

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TECNOLOGIA DE APLICACION PARA CONTROL DE PLAGAS EN
SOJA (*Glycine max* (L. Merrill)): CONTROL DE LAGARTAS

por

Eduardo Daniel SAMPALLO PRATTO

Johann ROHNER MILESI

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO

URUGUAY

2011

Tesis aprobada por:

Director

Ing. Agr. PhD. Juan José OLIVET

Ing. Agr. PhD. Juana VILLALBA

Ing. Agr.Dr. MSc. Ruben JACQUES

Fecha:

15 julio de 2011

Autores:

Eduardo Daniel SAMPALLO PRATTO

Johann ROHNER MILESI

AGRADECIMIENTOS

Se agradece sinceramente a las siguientes personas por hacer que este trabajo fuera posible, ya sea directa o indirectamente:

Juan José Olivet

Juana Villalba

Ruben Jacques

Adela Ribeiro

Horacio Silva

Oscar Bentancurt

Enrique Castiglioni

Sully Toledo

Marianella Ravera

Marta Fernandez Collette

Albérico Sampallo

Temy Pratto

Graciela Sampallo

Bernabé Silveira

Washington Armand Pilón

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 CONTROL DE PLAGAS.....	3
1.2.1 <u>Ciclo de las plagas</u>	4
1.2.1.1 Anticarsia.....	4
1.2.1.2 Rachiplusia	5
1.2.2 <u>Dificultades del control químico</u>	5
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	7
2.1 TAMAÑO DE GOTAS Y TASA DE APLICACIÓN.....	7
2.2 OTRAS ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PENETRACIÓN.....	16
2.3 RESULTADOS BIOLÓGICOS.....	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	19

3.1 LA APLICACIÓN.....	19
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.3 LOS TRATAMIENTOS PLANTEADOS.....	21
3.4 VARIABLES ESTUDIADAS.....	23
3.4.1 <u>Evaluación de la deposición</u>	24
3.4.2 <u>Caracterización de la distribución de gotas</u>	27
3.4.3 <u>Evolución de la población de lagartas</u>	27
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	29
4.1 EVOLUCIÓN DE POBLACIÓN DE LAGARTAS.....	29
4.1.1 <u>Lagartas totales</u>	29
4.1.2 <u>Lagartas chicas</u>	31
4.1.3 <u>Lagartas grandes</u>	32
4.2 EVALUACIÓN DE LA DEPOSICIÓN DEL PULVERIZADO..	32
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE GOTAS...	36
4.3.1 <u>Densidad de impactos en el haz de la hoja</u>	36
4.3.2 <u>Densidad de impactos en el envés de la hoja</u>	38
4.3.3 <u>Densidad de impactos en haz mas envés</u> <u>de la hoja</u>	41

5. <u>CONCLUSIONES</u>	45
6. <u>RESUMEN</u>	46
7. <u>SUMMARY</u>	47
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	48
9. <u>ANEXOS</u>	56

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Estadísticas retrospectivas de área sembrada, producción y rendimiento, para los ejercicios agrícolas 1999/00 a 2008/09.....	3
2. Condiciones ambientales durante la aplicación.....	20
3. Tratamientos.....	21
4. Regresiones utilizadas.....	26
5. Análisis de varianza para lagartas totales.....	29
6. Contraste entre el testigo y el resto de los tratamientos para lagartas totales.....	29
7. Lagartas totales según día y tratamiento.....	30
8. Análisis de varianza para lagartas chicas.....	31
9. Análisis de varianza de la deposición del trazador sobre el follaje.....	32
10. Deposición del trazador ($\mu\text{g cm}^{-2}$) sobre el follaje.....	33
11. Análisis de varianza de la densidad de impactos en el haz.....	36
12. Análisis de varianza de la densidad de impactos en el envés.....	38
13. Análisis de varianza de la suma de impactos cm^{-2} en el haz mas envés....	41

Figura No.	Página
1. Densidad de gotas según estratos del follaje.....	5
2. “Distribución de la población de orugas medidoras en el cultivo de soja desde el suelo hasta la canopia”.....	6
3. Plano del ensayo.....	20
4. boquilla de abanico plano aire inducido (AI).....	21
5. boquilla de abanico plano rango extendido (XR).....	22
6. boquilla de doble abanico plano (TTJ).....	23
7. Regresión entre intensidad de fluorescencia en baja resolución y concentración de la muestra.....	25
8. Regresión entre el área de la hoja y el producto de largo por ancho para el estrato superior.....	25
9. Regresión entre el área de la hoja y el producto de largo por ancho para el estrato inferior.....	26
10. Lagartas chicas según día de monitoreo.....	32
11. Deposición sobre el follaje: interacción tratamiento-estrato.....	35
12. Densidad de impactos en haz según tratamiento.....	36
13. Densidad de impactos en el haz, interacción tratamiento estrato.....	37
14. Densidad de impactos en envés según tratamiento.....	38
15. Densidad de impactos en envés según estrato.....	39
16. Densidad de impactos en el envés, interacción tratamiento estrato.....	40
17. Densidad de impactos en haz mas envés según tratamiento.....	41

18. Densidad de impactos en haz mas envés según estrato.....	42
19. Densidad de impactos en haz mas envés, interacción tratamiento-estrato	43

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En cultivos agrícolas extensivos el empleo de fitosanitarios (control químico) es el método más utilizado para controlar plagas en sentido amplio (malezas enfermedades e insectos) aunque no es el único método, también existen control cultural y biológico. No son excluyentes sino complementarios, un buen programa de control integral utiliza herramientas de diversos métodos de control.

La mayoría de los fitosanitarios son formulados para aplicarse con agua como vehículo mediante la pulverización del caldo (mezcla de agua, fitosanitario y adyuvantes). La pulverización se puede realizar por fuerza hidráulica, neumática, centrífuga etc. (Márquez, 1998).

La tecnología de aplicación es un aspecto del control químico al que antiguamente se le restaba importancia, priorizando la elección del principio activo utilizado y la dosis del mismo. Actualmente con las grandes extensiones cultivadas y el creciente uso de fitosanitarios ha crecido la concientización al respecto y el interés por mejorar la eficiencia del control, alcanzando mayor cantidad de organismos objetivo reduciendo los costos y disminuyendo efectos no deseados, tales como contaminación ambiental, generación de resistencia y efectos tóxicos sobre humanos, cultivo, enemigos naturales (insectos benéficos) y fauna.

En el período 1999-2007 se multiplicó por tres y por cinco la importación de plaguicidas y herbicidas agrícolas respectivamente. Pero el área de soja solamente, se multiplicó por 50 en el mismo período, indicando que no se está haciendo un uso irracional ni desmedido de agroquímicos, se suma a esto una tendencia a sustituir los insecticidas fosforados por una serie de principios químicos reguladores del crecimiento que apuestan al control integrado (Chiaravalle y Castiglioni, 2008). Todo esto deja claro la concientización sobre el tema y la necesidad de profundizar y afinar conocimientos para hacer más eficiente cada aplicación.

La experiencia de técnicos de campo sugiere que problemas en la eficiencia de control de insectos en soja ocurridos en los últimos años se deben en parte a la tecnología de pulverización utilizada (Olivet y Zerbino, 2007).

Actualmente este cultivo es de gran importancia a nivel nacional, ya que tuvo un crecimiento exponencial en la década pasada. Desde la zafra 2000/01 hasta 2007/08 pasó de 10000 ha a 462000 ha llegando a representar el 75 % del área de cultivos de verano, sus máximos históricos se ubicaban en torno a las 50000 ha. En 2001 se exportaron 1,6 millones de dólares y en 2007 alcanzó a exportar 209 millones. En la zafra 2009/2010 se sembraron 859000 ha (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2010, cuadro No. 1) Este fenómeno fue facilitado por las favorables condiciones de precio internacional para este grano, la disponibilidad de un paquete tecnológico de bajo costo y la llegada al país de actores como agricultores argentinos que venían atraídos por la menor carga tributaria. Los excedentes económicos de esta actividad se distribuyen entre agricultores, propietarios de tierra, de maquinaria, plantas de acopio, transportistas, proveedores de insumos, asalariados, brindadores de diversos tipos de servicio directa e indirectamente y el estado.

A fin de sintetizar información y enmarcar la importancia del cultivo en el Uruguay durante los últimos años, a continuación se presenta un cuadro con datos de evolución de área sembrada, producción total del país y rendimiento durante la década que va desde 1999 hasta 2009

Cuadro No. 1: Estadísticas retrospectivas de área sembrada, producción y rendimiento, para los ejercicios agrícolas 1999/00 a 2008/09.

Año	Área sembrada		Producción		Rendimiento	
	Miles ha	Prom. ⁽¹⁾ =100	Miles t	Prom. ⁽¹⁾ =100	Kg /ha	Prom. ⁽¹⁾ =100
99/00	8,9	3,8	6,8	1,6	746	41,6
2000/01	12,0	5,1	27,6	6,3	2300	125,2
2001/02	28,9	12,2	66,7	15,3	2308	125,6
2002/03	78,9	33,3	183,0	42,0	2139	126,2
2003/04	247,1	104,3	377,0	86,6	1526	83,0
2004/05	278,0	117,3	478,0	109,8	1719	93,6
2005/06	309,1	130,5	631,9	145,2	2044	111,3
2006/07	366,5	154,7	779,9	179,2	2128	115,8
2007/08	461,9	195,0	772,9	177,6	1673	91,1
2008/09	577,8	243,9	1028,6	236,3	1780	96,9
2009/10	859,4	362,8				

Fuente URUGUAY. MGAP.DIEA (2010)

⁽¹⁾ Corresponde al promedio del último decenio

1.2 CONTROL DE PLAGAS

Las lagartas defoliadoras son una de las plagas más importantes de este cultivo ocasionándoles grandes pérdidas económicas, ya sea disminuyendo su rendimiento, afectando su calidad, como incrementando los costos de producción debido a los métodos de control necesarios. De estas lagartas se

destacan dos especies *Anticarsia* (*Anticarsia gemmatalis* (Hubner)) y *Rachiplusia* (*Rachiplusia nu* (Gueneé))

Anticarsia afecta principalmente a la Soja, pero también puede afectar Alfalfa, Maní y varios tipos de frijoles. Causa daños en varios países además de Uruguay, entre ellos: Argentina, Brasil, Chile, Perú, Venezuela, Colombia, Las Antillas, Puerto Rico, Méjico. En América del norte sus daños económicos se limitan a Florida y sus estados vecinos, en otros estados de EEUU e incluso Canadá se puede encontrar esta especie pero sus daños no llegan a tener relevancia económica.

Rachiplusia afecta además de Soja: Girasol, Alfalfa, Trébol, Lino, Espinaca, Tomate, Papa, Arveja, Zapallo, frijoles y diversas malezas.

Sus daños se deben a la reducción del área foliar de la planta, una larva consume en promedio 84 cm² de hojas durante su vida, el 90% del consumo se concentra en los últimos dos estadios. *Rachiplusia* a diferencia de *Anticarsia* come respetando las nervaduras de la hoja (Boldt et al., 1975). Otros autores indican que entre los 3 últimos ínstares pueden consumir 98% del consumo total en etapa larval (Sosa Gómez, 2000)

1.2.1 Ciclo de las plagas

1.2.1.1 *Anticarsia*

El adulto (mariposa) vive, en promedio, 16,7 días la hembra y 12,9 días el macho. La hembra deposita los huevos en el envés de las hojas, pecíolos y tallo, ovipone en promedio 402 huevos pudiendo variar entre 61 y 880. Normalmente a los 2 a 4 días de oviposición eclosionan, con temperaturas bajas puede tardar más de 7 días. El estado larval dura entre 12 a 15 días pasando por los estadios 1 hasta 6. Al final del último estadio las larvas se van al suelo como pre-pupa la fase de pupa ocurre en el suelo durante 9 a 15 días. Su temperatura óptima para desarrollo es de 27° C, el tiempo transcurrido entre la etapa de huevo y la etapa adulta es de 31 a 46 días dependiendo principalmente de la temperatura, pero también depende del alimento ingerido (Sosa Gómez, 2000)

1.2.1.2 Rachiplusia

Los adultos se aparean durante la noche y depositan sus huevos individualmente por lo general en el envés de las hojas la hembra vive aproximadamente 15 días y es capaz de oviponer 600 huevos (Hoffmann-Campo et al., 2000)

Las larvas pueden alcanzar entre 30 y 40 mm de largo (Chiaravalle, 1998). Posee tres pares de falsas patas abdominales lo que la obliga a juntar el tórax con el abdomen para avanzar, de ahí su nombre lagarta medidora (Ribeiro et al., 2008)

En ciertas condiciones el ciclo puede durar 15 días y consumir 200 cm² de área foliar, a diferencia de *Anticarsia* *Rachiplusia* no consume las nervaduras de la hoja (Hoffmann-Campo et al., 2000)

1.2.2 Dificultades del control químico

La distribución del fitosanitario pulverizado en el cultivo nunca es totalmente homogénea a lo largo del perfil del follaje como se puede apreciar claramente en la figura No. 1.



Figura No. 1: Densidad de gotas según estratos del follaje¹.

¹ Antuniassi, U. 2011. Com. personal.

Igarzábal (2008) caracterizó la distribución de las lagartas dentro del cultivo de soja en base a 2000 muestras y obtuvo el resultado que se muestra en la figura No. 2, Dejó claro que el mayor número de lagartas no se encuentra donde llega la mayor parte del fitosanitario, denotando una deficiencia a resolver de las pulverizaciones agrícolas referida a mejorar el alcance a organismos objetivo minimizando efectos no deseados como se mencionó previamente. Esto hace de la penetración del pulverizado en el follaje un factor de importancia en las aplicaciones de insecticidas.

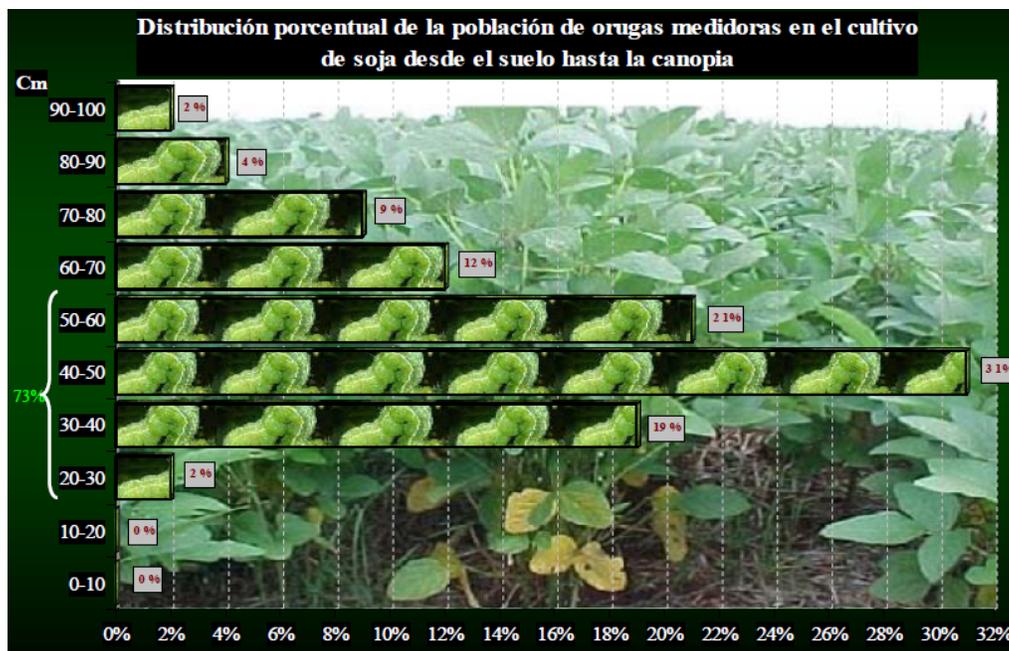


Figura No. 2: Distribución de la población de orugas medidoras en el cultivo de soja desde el suelo hasta la canopia (Igarzábal, 2008).

Esta tesis tuvo como objetivo la evaluación del efecto del tamaño de gotas obtenido con diferentes boquillas en la distribución del pulverizado y el control de lagartas defoliadoras en el cultivo de soja.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como se verá más adelante varios autores coinciden en que una de las dificultades más grandes de las pulverizaciones en soja en avanzado estado de desarrollo es lograr una deposición uniforme del agroquímico verticalmente a lo largo del perfil de follaje, la mayor intercepción se da por parte de los estratos superiores por lo que al estrato inferior le llega notablemente menos producto¹ resultando en menor deposición y menor cobertura. Esto es un problema cuando se trata de controlar enfermedades fúngicas que comienzan en la base, e incluso cuando se quiere controlar lagartas defoliadoras ya que estas no se encuentran en su mayoría en el estrato superior (Igarzábal, 2008).

Otra de las dificultades es lograr una buena uniformidad horizontal de aplicación en el área del cultivo. Con el movimiento oscilatorio de la barra de pulverización debido a irregularidades del terreno las boquillas se alejan y acercan al cultivo variando el ancho pulverizado por boquilla y por lo tanto su superposición, esto puede hacer que se superpongan demasiado o muy poco (Bauer y Renato, 2004).

2.1 TAMAÑO DE GOTAS Y TASA DE APLICACIÓN

Walker y Huitink (1993) afirmaban que el tamaño de las gotas tiene suma importancia en el éxito de una aplicación jugando un rol determinante en la trayectoria y deposición de estas.

Antuniassi et al. (2004) evaluaron distintos tamaños de gotas producidas por distintos tipos de boquillas: gotas muy finas, finas y muy gruesas. Encontraron hasta 10 veces más deposición (análisis químico) en el estrato superior del follaje que en el inferior independientemente de los tratamientos aplicados. También encontraron que gotas más finas proporcionaron mejor cobertura (análisis de imagen) en los estratos inferiores del follaje (medio y bajo) producidas principalmente por boquillas de cono hueco.

Boller y Machry (2007) utilizaron distintas boquillas y distintas presiones de trabajo a fin de lograr diversos tamaños de gotas y evaluar su comportamiento ante el control de *Bidens spp.* en soja con un herbicida de contacto post emergente. Encontraron que ante la misma boquilla la reducción de la presión de trabajo afectó negativamente el control, lo que se puede deber no solamente

a la menor cobertura de la maleza, sino a que la presión fue insuficiente para abrir adecuadamente el ángulo de aplicación de las boquillas lo que afecta la uniformidad de la aplicación. Las boquillas de aire inducido (AI) demostraron ejercer menor control en este experimento frente a las turbo teejet (TT), abanico plano (DG) y rango extendido (XR) (todas 110015) para todas las presiones probadas (100, 200, 300, 400 kPa)

Cunha et al. (2006) encontraron que boquillas de abanico plano convencional (gota fina) presentaron mayor penetración en el follaje de soja (estado R2 con espaciamiento entre filas de 50 cm) en comparación con: boquillas de abanico plano de aire inducido (gotas muy gruesas), doble abanico plano de aire inducido (gotas muy gruesas) y boquillas de abanico plano de pre-orificio (gotas medias), no habiendo diferencias significativas entre las tres últimas. Las gotas finas también le proporcionaron mejor cobertura y deposición en el estrato inferior del follaje. En el estrato superior no hubo diferencias en cuanto a deposición. Tasas de aplicación de 160 l ha^{-1} proporcionaron mejor distribución del caldo entre el estrato superior e inferior comparado con tasas de 115 l ha^{-1} . Esta mejor distribución es deseable, y en general se espera mejor distribución con mayores volúmenes, pero volúmenes demasiado altos pueden producir escurrimiento de la hoja. Los autores obtuvieron los mejores resultados con gotas finas pero cabe resaltar que durante su aplicación no ocurrieron condiciones propicias a la deriva.

Olea et al. (2005) realizaron estudios en la penetración de gotas en follajes cerrados del cultivo de soja con tarjetas hidrosensibles orientados al manejo de la roya asiática, concluyen que la boquilla con mayor aceptabilidad fue la de Cono Hueco a 150 l ha^{-1} . A pesar de presentar un DVM inferior al ideal de $200 \mu\text{m}$ las gotas finas generadas por estas boquillas fueron las que tuvieron mejor comportamiento en cuanto a la penetración en el cultivo. También observaron que el porta boquillas doble Twin Cap con boquillas Abanico Plano pueden tener desempeño aceptable.

Leiva (2006), trabajó con volumen de aplicación y tipo de boquilla, para control de mancha marrón (*Septoria glycines* Hemmi) y mancha purpura (*Cercospora kikuchi* Matsumoto y Tomoyasu). Se probaron distintos volúmenes de aplicación. Obteniendo mejor resultado con el mayor volumen (150 l ha^{-1}), En cuanto al tipo de boquillas, evaluó cono hueco y doble abanico, obteniendo mejores resultados con cono hueco, cuando se usa cono hueco se obtiene una

relación de distribución de 4:1 mientras que con doble abanico la relación es de 8:1.

Massaro (2004), en un trabajo de aplicación de fungicidas foliares en soja, evaluó la calidad de aplicación, a través de la cobertura (número de gotas cm^{-2}) utilizando tarjetas hidrosensibles y la uniformidad (medida a través de la variabilidad o coeficiente de variación). Las boquillas cono hueco y cono lleno con presión de trabajo de 3 a 5 bar, fueron las más adecuadas cuando el cultivo dificulta la penetración de las gotas.

Gálvez et al. (2005) trabajaron evaluando la penetración del asperjado con diversas boquillas en el control de roya de la soja. Obtuvieron como conclusión que la densidad de impactos producida por la boquilla cono hueco a 150 l ha^{-1} fue significativamente superior del resto de boquillas tanto en el estrato superior como inferior. Una serie de combinaciones de boquillas y caudales (XR a 120 y 150 l ha^{-1} , portaboquillas Twin cap con 2 boquillas XR a 150 l ha^{-1} , cono hueco a 120 y cono lleno 150 l ha^{-1}) mostraron un comportamiento similar en el estrato inferior sin diferencias significativas entre ellas, pero peor desempeño que cono hueco a 150 l ha^{-1} . Para el caso de doble abanico no obtuvieron una mayor penetración por debajo de los 20 cm superiores del follaje del cultivo. Las únicas boquillas con las que obtuvieron un número aceptable de impactos y aun mayor (50 gotas cm^{-2}) fueron las de cono hueco a 120 y 150 l ha^{-1} . Destacan que un mayor volumen de aplicación por sí mismo, no es una garantía de un alto número de impactos dentro del follaje, sino que está relacionado con las características de las boquillas en cuanto al modo de generación de gotas. En el caso de cono hueco, el DVM estuvo por debajo del valor ideal de $200 \mu\text{m}$, los resultados obtenidos por este equipo de investigadores muestran que las gotas finas generadas por estas boquillas fueron la que mejor comportamiento presentaron con respecto a la penetración.

Herrera et al. (2005) trabajaron con: boquillas doble abanico plano, abanico plano estándar y cono hueco ubicadas sobre portaboquillas convencional y boquillas de abanico plano estándar ubicadas en portaboquillas doble (twin cap). Evaluaron la penetración de la pulverización en el cultivo de soja y encontraron que para lograr el mismo resultado en penetración de las boquillas de abanico plano estándar sobre portaboquillas doble con las otras boquillas mencionadas sobre portaboquilla convencional se debió aumentar el volumen de aplicación de 169 l ha^{-1} hasta $175 - 225 \text{ l ha}^{-1}$. También evaluaron boquillas

doble abanico baja deriva y doble abanico anti-deriva con inyección de aire concluyendo que logran una densidad de impactos insuficientes en la parte baja del follaje.

Leiva (2005) evaluó boquillas de cono hueco y doble abanico plano midiendo la cantidad de impactos en el estrato inferior y superior del follaje. Las boquillas cono hueco lograron 50% más densidad de impactos que las doble abanico en el estrato inferior y duplicaron la densidad de impactos en el estrato superior. Las boquillas cono hueco tienen una menor penetración medida como porcentaje de gotas del total que llegan al estrato inferior en comparación con las de doble abanico (6,4% vs 13,7 % respectivamente), a pesar de esto la boquilla cono hueco logra mayor número de gotas en el estrato inferior debido al menor tamaño de gotas según el autor

Barcellos et al. (1998) obtuvieron más impactos a nivel del suelo con boquillas de abanico plano y más impactos en el estrato medio del follaje de soja con boquillas de cono hueco con diferentes combinaciones de discos y núcleos de turbulencia. En base a estos resultados recomiendan usar boquillas de cono para plagas de la parte aérea y boquillas de abanico plano cuando el objetivo es llegar al nivel del suelo. El aumento en la tasa de aplicación promovió mayor número de impactos a nivel del suelo cuando se utilizaron boquillas de abanico plano, sin embargo cuando se utilizaron boquillas de cono, dicho efecto no fue significativo. Sorprendentemente obtuvieron la mayor deposición de producto en la entrelínea a nivel del suelo utilizando las menores tasas de aplicación tanto para boquillas de cono como de abanico plano. Los autores sostienen que esto está parcialmente explicado porque las mayores tasas de aplicación producen gotas más grandes lo que reduce la penetración en el follaje.

Balan et al. (2004) estudiando distintas boquillas en distintos horarios de aplicación encontraron que las boquillas de cono hueco (JA-1) disminuyeron significativamente su deposición a medida que la temperatura aumenta y la humedad disminuye, por el contrario las boquillas anti deriva de aire inducido (BJ-03) no presentó diferencias en la deposición en ninguno de los horarios probados.

Cunha et al. (2004) experimentando con boquillas de cono hueco (ATR) y de abanico plano (API) a tasas de aplicación de 125 y 250 l ha⁻¹ sobre poroto encontraron mejores coberturas y deposición con la mayor tasa de aplicación,

pero no encontraron efecto de los diferentes tipos de boquillas sobre estas variables. En cuanto a la deriva las boquillas de cono hueco estuvieron más propensas a la misma. Aclaran que estos resultados, diferentes a otros autores se pueden deber a que la presión utilizada para las boquillas de cono hueco (400 kPa) posiblemente no fue suficiente para generar la turbulencia necesaria y que además la deriva contribuye a estos resultados. Obtuvieron mejor distribución del producto entre los estratos de follaje con volúmenes mayores de aplicación. En lo que a deriva se refiere encontraron que con boquillas de cono hueco se redujo la deriva significativamente al aumentar la tasa de aplicación de 125 a 250 l ha⁻¹ debido a que para aplicar mayores caudales usaron boquillas iguales pero con mayor orificio de salida lo que aumenta el tamaño de gota. Mientras que con boquillas de abanico plano el aumento de la tasa de aplicación no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre la reducción de deriva, pero los autores señalan la presencia de una tendencia en ese sentido.

De Souza et al. (2007) experimentó con boquillas cono hueco, abanico plano y doble abanico plano 11003 y 11004 en algodón en etapas tardías del ciclo del cultivo para evaluar su deposición. El aumento en el tamaño de gotas disminuyó las pérdidas por deriva. El uso de boquillas de abanico plano 11004 en lugar de 11003 no produjo un aumento en la deposición de caldo en el estrato superior del cultivo proporcional al aumento de la tasa de aplicación producida, esto se explica por la endoderiva y el escurrimiento. Las boquillas cono hueco y doble abanico plano fueron las que presentaron mayor uniformidad en deposición de caldo en el follaje del cultivo, pero menor valor medio de deposición mientras que las boquillas abanico plano 11003 y 11004 presentaron menor uniformidad pero mayor valor medio de deposición. Aseguran que bajo condiciones climáticas desfavorables el uso de boquillas de abanico plano con inducción de aire aumenta la deposición sobre distintas partes de la planta en comparación con las de cono hueco. Aumentar la tasa de aplicación y el tamaño de gotas usando la misma boquilla pero de mas caudal no mejoró la eficiencia de aplicación a diferencia de lo encontrado por Cunha et al. (2004)

Wolf y Daggupati (2006) experimentando con varios tipos de boquillas en laboratorio y en el campo sobre soja en estado reproductivo, encontraron que la mayor cobertura en el estrato inferior del follaje en laboratorio fue logrado por gotas gruesas y medias producidas por boquillas turbo teejet (TT11006), turbo drop (TD 11004) y rango extendido (XR 11004). En el campo la mayor

cobertura del estrato inferior lo lograron las gotas medias a gruesas producidas por las boquillas turbo teejet (TT11005). En cuanto a la densidad de impactos en laboratorio las gotas medias fueron las que obtuvieron mayor valor. En el campo la mayor densidad de impactos en el estrato inferior se logró con gotas medias producidas por turbo teejet (TT11004) y la menor densidad de impactos fue obtenida con gotas gruesas producidas también por boquillas turbo teejet pero de mayor caudal (TT11006). La cobertura en el estrato inferior varió entre 6 y 10%. Las boquillas simples tuvieron más penetración que las dobles, a pesar de que se esperara lo contrario.

Según Miles y Hartman (2005) las gotas más finas penetran menos por tener menos energía cinética. Experimentando sobre penetración en el follaje de la soja con boquillas de abanico plano, aire inducido y doble abanico con 93,5 l ha⁻¹ y 187 l ha⁻¹ obtuvieron mejores resultados con la mayor tasa de aplicación para todas las boquillas tanto en número de gotas como en tamaño de las mismas y porcentaje de cobertura.

Boller et al. (2004a) evaluando distintas boquillas (JA-2, TJ-60, XR, DG, TT y AI) no encontraron diferencias en el control de oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke y Peck) en soja a una tasa de aplicación de 100 l ha⁻¹, sin embargo a una tasa de 200 l ha⁻¹ sí encontraron diferencias. Siendo las boquillas cono hueco (JA-2) y AI las que lograron mejor control. Estos resultados son un tanto inconsistentes en cuanto a tamaño de gotas ya que utilizando boquillas que producían gotas: muy finas, finas, medias y muy gruesas, las que mejor controlaron la enfermedad fueron las de gotas muy finas y muy gruesas.

Villalba (2007) experimentando con diversas boquillas y tasas de aplicación en soja en estadio V3 y R1 encontró que las boquillas doble abanico plano (TJ 60) y de cono hueco (TX-6) a 150 l ha⁻¹ fueron las que presentaron mejor uniformidad de depósitos, pero también concluyó que las gotas gruesas producidas por las boquillas abanico plano de aire inducido (AI) fueron las que lograron mayor deposición en el estrato inferior del follaje en comparación con las gotas finas y muy finas. Se logró mayor deposición con los tratamientos de mayor tasa de aplicación (250 l ha⁻¹) y en estadio V3 en comparación con estadio R1 independientemente de la boquilla utilizada. Los tratamientos que presentaron mayor deposición lograron menor uniformidad mostrando una tendencia contrastante entre ambos parámetros.

Hanna et al. (2006) experimentaron con gotas finas medias y gruesas para control de enfermedades foliares en soja en dos sitios. Lograron un porcentaje de cobertura de entre un 17 y 18 % de en el estrato superior y entre un 1 y 8% en el estrato medio e inferior. En cuanto a densidad de impactos no obtuvieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el estrato superior y medio del follaje, mientras que en el estrato inferior en uno de los sitios evaluados no hubo diferencias entre tratamientos y en el otro sitio las gotas finas lograron mayor densidad de impactos Encontraron también que los valores de DV 0,5 y DV 0,9 producidos por las boquillas generalmente coinciden con los valores predichos por los fabricantes.

Boschini et al. (2008) evaluaron la deposición en soja con boquillas abanico plano estándar, doble abanico, doble abanico con inducción de aire y cono hueco a 100, 200 y 300 l ha⁻¹. La mayor tasa de aplicación presentó mayor deposición en todos los estratos del follaje. La boquilla de cono hueco fue la que presentó mayor deposición en el estrato inferior y en el medio, mientras que en el superior fue la boquilla de abanico plano doble la que presentó mayor deposición. Las deposiciones obtenidas en el estrato mediano e inferior fueron significativamente menores independientemente de la boquilla utilizada y la tasa de aplicación usada. Los autores concluyen que para aplicaciones en las cuales se debe priorizar la deposición en el estrato superior la mejor combinación fue abanico plano doble a 300 l ha⁻¹, y por el contrario si se debe priorizar la deposición en el estrato inferior la mejor combinación fue cono hueco a 200 o 300 l ha⁻¹.

Román et al. (2009) experimentaron en soja con boquillas cono hueco y con dos boquillas de abanico plano en un portaboquillas doble a tres volúmenes de pulverización (100, 150 y 200 l ha⁻¹). Evaluaron la cobertura como porcentaje en tres estratos del follaje y no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre boquillas ni entre volúmenes de aplicación en ninguno de los 3 estratos.

Cunha y Peres (2010) evaluaron tres tipos de boquillas y 2 tasas de pulverización en el control roya asiática de la soja estadio R5. Las boquillas de abanico plano de aire inducido fueron las que lograron menor densidad de impactos en el estrato inferior y superior del cultivo, no difiriendo de las demás en el estrato medio, las otras boquillas (doble abanico plano y abanico plano)

lograron mayor densidad de impactos en estrato inferior y superior sin diferencias entre ellas.

Klein y Golus (2010) probaron distintos tamaños y tipos de boquillas a distintos ángulos y presiones sobre cultivo de soja de 0,84 m de altura (sembrada a 0,76 m entre hileras) con el objetivo de obtener distintos tamaños de gotas. Se midió el DVM y el porcentaje de cobertura en el estrato inferior medio y superior del follaje. Y como conclusión obtuvieron que las boquillas que mejor cobertura produjeron en la parte inferior del follaje fueron las TT11003 y TT11006 produciendo un DVM de 383 y 464 μm respectivamente, sugiriendo que el tamaño de gotas óptimo para llegar al estrato inferior estaría alrededor de 400 μm lo que sería gota gruesa según norma ASAE S572

Cunha et al. (2011) evaluando tratamientos terrestres en soja estadio R4 no encontraron diferencias en deposición entre las diferentes boquillas de abanico plano ensayadas, la boquilla de cono hueco produciendo gotas de 162 μm superó a las de abanico plano en deposición tanto en el estrato superior como el inferior, sin diferenciarse del tratamiento aéreo de mayor volumen. En los tratamientos aéreos con atomizadores rotativos a 20, 30 y 40 l ha^{-1} obtuvieron mayor penetración con el mayor volumen utilizado

Cunha et al.², evaluando diferentes boquillas de abanico plano y cono hueco colocados individualmente o sobre portaboquillas dobles no encontraron diferencias en deposición en estado R6 tanto en el estrato superior como en el estrato inferior. Utilizando 200 l ha^{-1} obtuvieron mayor deposición que cuando utilizaron 130 l ha^{-1} para todas las boquillas evaluadas

² Cunha, J. P. A. R.; Silva, R. A. M.; Olivet, J. J. s.f. Pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura da soja (en prensa).

Olivet et al. (2010) ensayando el uso de diferentes boquillas y combinaciones de las mismas encontraron una tendencia a mayor penetración cuando utilizaron boquillas de gotas muy gruesas y finas alternadas en la barra (AI/XR)

Ozkan et al. (2006) encontraron que las gotas más finas fueron las que produjeron menor deposición en todos los estratos del follaje. El porcentaje de cobertura en el estrato medio varió entre 1,3 y 7,3 %. Las menores deposiciones en el estrato medio fueron obtenidas con boquillas de cono hueco a diferencia de Barcellos et al. (1998). En el estrato inferior la cobertura varió entre 0,3 y 3,9% y el cono hueco no se comportó bien, las mejores deposiciones se lograron con gotas medias.

Olivet y Zerbino (2003) evaluaron boquillas abanico plano estándar, abanico plano pre-orificio calibrado y abanico plano de aire inducido sobre el control de chinches en soja. Las boquillas producían gotas finas, medias y muy gruesas en tres tasas de aplicación, 55, 110 y 160 l ha⁻¹. La evaluación de la cobertura y del número de impactos fue realizada mediante tarjetas hidrosensibles, colocadas en la parte superior del follaje. Los resultados muestran que la densidad de impactos aumenta conforme aumenta la tasa de aplicación excepto para la boquilla de aire inducido produciendo gotas muy gruesas.

Los mismos autores (Olivet y Zerbino, 2007) evaluaron momento de aplicación, diámetro de gotas, impactos por cm² en estrato superior y medio y velocidad de avance. Como conclusión obtuvieron que: Las aplicaciones realizadas al anochecer obtuvieron mayor cantidad de impactos en todas las evaluaciones. La densidad de impactos en el estrato superior del cultivo fue aproximadamente doble al estrato inferior. La densidad de impactos en el envés de las hojas resultó baja en general y prácticamente nula en la parte inferior del cultivo. Las velocidades de aplicación evaluadas (12 y 20 km h⁻¹) no afectaron la densidad de impactos tanto en la parte superior e inferior del cultivo.

Como se puede ver hay divergencias entre los autores en cuanto que características deben tener las gotas para lograr mayor penetración en el follaje del cultivo y por lo tanto aumentar la deposición y cobertura en estratos inferiores. Como se mencionó antes esto es una de las principales dificultades que se encuentran en aplicaciones en el cultivo de soja en estado avanzado de desarrollo.

2.2 OTRAS ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PENETRACIÓN

Bauer y Renato (2004) encontraron que a menor altura de la barra de pulverización menor ancho de pulverización de cada boquilla. Sus resultados muestran que la uniformidad de la aplicación es menos influenciada por la altura del varal cuando la distancia entre boquillas es menor. El aumento de la presión de trabajo de 200 a 300 kPa no tuvo efecto significativo sobre el perfil de distribución de boquillas XR y TP, a su vez las XR siempre tuvieron mayor ancho de aplicación que las TP. El ángulo (30 y 45° en sentido horario y anti horario) en que se posicionan las boquillas tiene efecto directo sobre el ancho de deposición de las mismas, esto influye sobre el espaciamiento necesario entre boquillas para obtener bajo coeficiente de variación en la aplicación.

Olivet et al. (2010) experimentaron sobre soja en estado V8 con boquillas cono hueco (TXA), aire inducido (AI), rango extendido (XR) y combinación AI + XR, a dos alturas de aplicación 40-50cm y rasante sobre el follaje. El tratamiento de menor altura de aplicación disminuyó la penetración.

Ozkan et al. (2006) estudiaron la deposición en tres estratos del cultivo de soja con diferentes tamaños de gotas (finas medias y gruesas) y con asistencia de aire o barra abridora de follaje. Las mejores coberturas del estrato medio fueron con abridor de follaje y gotas medias. El abridor de follaje fue efectivo en aumentar la deposición en el estrato medio y los mejores resultados en penetración los tuvo el pulverizador con túnel de viento y boquillas de cono hueco.

Witt et al. (2010) diseñaron y evaluaron un abridor de follaje compuesto por una cortina de cadenas con intención de aumentar la penetración del pulverizado, aspecto clave en control de enfermedades fúngicas que comienzan en la base de las plantas. Se utilizaron diversas boquillas con y sin "cortina" todos a igual tasa de aplicación sobre el control de roya asiática de la soja, el uso de la cortina permitió disminuir la incidencia de la enfermedad y aumentar el rendimiento del cultivo.

Zhu et al. (2006) evaluaron una barra abridora de follaje del cultivo utilizando boquillas de abanico plano. Probaron distintas profundidades de la barra abridora de follaje y 3 distancias horizontales entre dicha barra y las boquillas (15; 25 y 35 cm). No obtuvieron diferencias significativas entre las distintas profundidades probadas de la barra en el follaje para porcentaje de

cobertura ni para deposición tanto para el estrato medio como el bajo. Pero la distancia horizontal entre la barra que abre el follaje y las boquillas influyó sobre la cobertura y la deposición logrando los mejores resultados a 25 y 35 cm de distancia. Al contrastar todos los tratamientos contra el testigo (sin barra abridora de follaje) los autores encontraron resultados significativamente mejores en penetración a favor del uso de abridor de follaje. Los autores reflexionan sobre las potenciales desventajas del abridor de follaje y concluyen que en barras de pulverización muy largas, el peso adicional del abridor de follaje y la resistencia de las plantas le ocasiona roturas y que puede transportar enfermedades dentro del cultivo por tocar las plantas.

2.3 RESULTADOS BIOLÓGICOS

Cunha et al. (2006) no encontraron diferencias en el resultado biológico de su experimento, control de *Phakopsora pachyrhizi* Sydow y por ende el rendimiento en grano de las parcelas fue el mismo, no encontraron diferencias significativas ni para las distintas boquillas, ni para las 2 tasas de aplicación probadas. Ante estos resultados los autores indican preferencia por los tratamientos con menor riesgo de deriva.

Bonini et al. (2004) compararon tres horarios de aplicación 7, 12 y 18 horas y distintos volúmenes de aplicación sobre el control de enfermedades fúngicas en soja y obtuvieron los mejores resultados con el mayor volumen de aplicación (150 l ha^{-1}). En cuanto al horario de aplicación, el mejor fue el de 7 de la mañana, seguido por el de las 18 y por último el de las 12.

Boller et al. (2004b) encontraron que la hora de aplicación provoca diferencias en resultado biológico de la aplicación, control de oídio en soja. Entre aplicaciones realizadas a las horas: 8 10 12 14 16 y 18, la aplicación de las 14 horas tuvo un control significativamente menor a las otras, lo cual destaca la importancia de las condiciones atmosféricas en el éxito de la aplicación. Pero aseguran que de las variables estudiadas: velocidad del viento, humedad relativa y la temperatura, la velocidad del viento es la que más influye sobre el control.

Hanna et al. (2006) no obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tamaños de gotas evaluados en lo que se refiere a control de enfermedades foliares en soja y rendimiento del cultivo.

Cunha y Peres (2010) Encontraron que las boquillas de abanico plano (produciendo gotas medias a gruesas) y doble abanico plano (produciendo gotas finas a medias) fueron superiores a la de doble abanico plano con inducción de aire (produciendo gotas muy gruesas) en cuanto a control de roya asiática. Esto se reflejó en la productividad, el tratamiento con las boquillas de aire inducido obtuvo un menor peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea, las otras boquillas no se diferenciaron significativamente entre ellas en dichos parámetros. Aumentar la tasa de aplicación de 200 a 250 l ha⁻¹ no produjo diferencias significativas en cuanto a severidad peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea.

Maziero (2006) logró mayor control de chinches en soja utilizando mayores volúmenes de aplicación habiendo evaluado 50, 100 y 150 l ha⁻¹.

Leiva (2006) obtuvo mejores rendimientos del cultivo con el uso de cono hueco y cuando se aumentó el volumen de aplicación. La mayor uniformidad de distribución de gotas con el uso de cono hueco permitiría explicar los mejores rendimientos.

Olivet y Zerbino (2003) no obtuvieron diferencias significativas en cuanto al control de chinches con los diferentes tamaños de gota y volúmenes de aplicación evaluados, sí se diferenciaron del testigo, indicando que es factible reducir la tasa de aplicación aumentando la autonomía del equipo de pulverización y aumentar el tamaño de gotas reduciendo los efectos de la deriva. Los mismos autores (Olivet y Zerbino, 2007) no encontraron diferencias entre los diferentes tamaños de gotas y velocidades de aplicación evaluadas en control de chinches, solo se diferenciaron del testigo sin tratar demostrando que las gotas muy gruesas y medias fueron efectivas en el control de plagas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de aplicación se realizó sobre un cultivo de soja sembrado el 15 de diciembre de 2009 en la estación experimental Mario A Cassinoni (EEMAC) de Facultad de Agronomía de la Universidad de la República en Paysandú, Uruguay (coordenadas 32° 23' 16" S y 58° 03' 24" O).

Se sembró sobre un rastrojo de sorgo (cultivo antecesor), utilizando dosis de fertilizante de 100 kg ha⁻¹ de 7-40-0 y la densidad de siembra fue de 100 kg ha⁻¹, la variedad utilizada fue Agrosan 607, correspondiente a un grupo de madurez 6.7.

La siembra fue realizada con una sembradora de labranza cero, marca Semeato modelo SHM 11/13 a chorrillo, con espaciamiento entre surcos de 0,5 m. La población se determinó contando las plantas por metro lineal en cada paño durante el primer monitoreo (se realizaron 5 conteos por parcela). Se transformó la población por metro lineal a metro cuadrado y luego se extrapoló a hectárea llegando al valor de 313000 plantas ha⁻¹.

3.1 LA APLICACIÓN

El ensayo de aplicación fue el día martes 2 de Marzo de 2010 a las 12:30 horas. El cultivo se encontraba en estado fenológico R4 de la escala establecida por Fehr et al. (1971) con una altura promedio de 0,7 m.

Para ello se utilizó una pulverizadora hidráulica de enganche integral, de 600 litros y barra de pulverización de 10 metros con boquillas a 0,5 m de separación. Se aplicó el insecticida fisiológico Intrepid (Methoxyfenocide 240 g l⁻¹, clasificación toxicológica IV), a una dosis de 0,12 l ha⁻¹ y a una tasa de aplicación de 120 l ha⁻¹. Se mezcló el trazador fluorescente BLANKOPHOR® BA 267%, (LANXESS AG, Leverkusen, Germany) a razón del 1% (peso/volumen). La velocidad del tractor fue de 6 km h⁻¹.

Cuadro No. 2: Condiciones ambientales durante la aplicación.

	12:30 p.m.	1:00 p.m.
Temperatura máxima	29,9°C	30,7°C
Temperatura mínima	29,1°C	29,9°C
Velocidad del viento	8 Km h ⁻¹	6,4 Km h ⁻¹
Dirección del viento	NE	N
Humedad relativa	66%	65%

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con parcelas divididas, donde la parcela mayor fue el tratamiento y la menor el estrato. Se realizaron 5 tratamientos y tres bloques (Figura No. 3), la unidad experimental eran parcelas de 10 metros de ancho y 30 de largo.

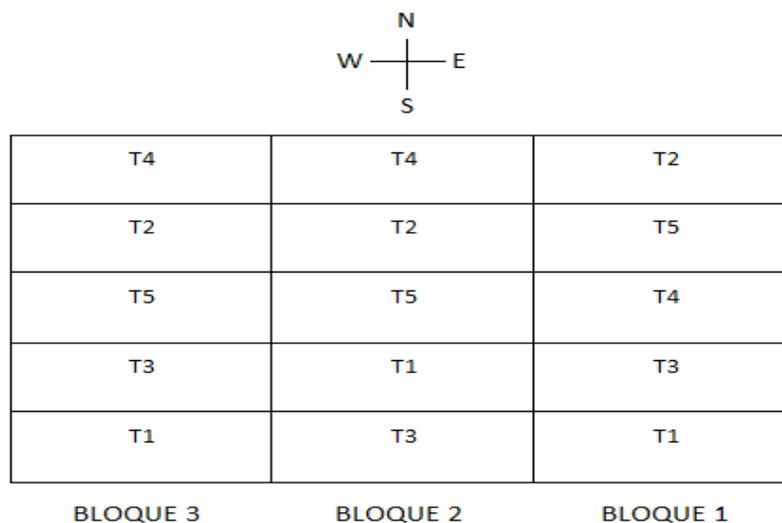


Figura No. 3: Plano del ensayo.

3.3 LOS TRATAMIENTOS PLANTEADOS

Cuadro No. 3: Tratamientos.

TRAT	BOQUILLAS	PRESIÓN bar	TAMAÑO DE GOTA (μm)	CLASIFICACIÓN DE TAMAÑO (*)	VELOCIDAD DE AVANCE kmh^{-1}	VOLUMEN DE APLICACIÓN l ha^{-1}
1	AI11002	4	510	Muy Gruesa	6	120
2	XR11002	4	205	Fina	6	120
3	AI/XR 11002	4	510/205	Muy Gruesa/ Fina	6	120
4	TTJ11002	4	218	Media	6	120
5	Testigo sin tratar					

*: Según ASAE S 572



Figura No. 4: boquilla de abanico plano aire inducido (AI).

Las boquillas de aire inducido (figura No. 4) se caracterizan por tener gotas grandes con burbujas de aire en su interior mediante un aspirador venturi, recomendadas por el fabricante (Teejet) como excelentes para control de deriva

en uso con herbicidas post emergentes sistémicos, fungicidas e insecticidas sistémicos. Rango de presiones recomendadas de 2 a 8 bar.



Figura No. 5: boquilla de abanico plano rango extendido (XR).

Estas boquillas (figura No. 5) desarrollan un abanico plano de pulverización, con excelente distribución y amplio rango de presiones de trabajo desde 1 a 4 bar (en el momento que fueron desarrolladas se distinguían por poder trabajar a presiones tan bajas como 1 bar). Recomendadas por el fabricante (Teejet) como buenas para productos de contacto y muy buenas para productos sistémicos y control de deriva a presiones inferiores a 2 bar, y excelente para productos de contacto a presiones superiores a 2 bar. Ideales para equipos con reguladores de pulverización



Figura No. 6: boquilla doble abanico plano (TTJ).

Estas boquillas (figura No. 6) poseen dos orificios de salida, produciendo chorros de abanico plano de 110 grados, forma un ángulo entre perfiles de pulverización de 60 grados hacia delante y hacia atrás. El rango de presiones de trabajo es desde 1.5 a 6 bar. Recomendadas por el fabricante (Teejet) como ideales para la pulverización al voleo, en donde es importante obtener una buena cobertura de las hojas y penetración en el follaje.

La combinación de boquillas (tratamiento 3) consistió en colocar boquillas de rango extendido (XR) y aire inducido (AI) alternadas de a una en la barra de pulverización. Se hizo para seguir investigando la tendencia a mayor penetración de esta combinación de boquillas encontrada por Olivet et al. (2010).

3.4 VARIABLES ESTUDIADAS

-Deposición del trazador en el follaje expresado $\mu\text{g cm}^{-2}$, discriminando entre estrato superior e inferior.

-Evaluación de la densidad de impactos. Número de impactos cm^{-2} en hojas, discriminando entre estrato superior e inferior, y entre haz y envés.

-Evolución de la población de lagartas chicas (estadios 1 a 3 inclusive) y grandes (estadios 4 a 6)

3.4.1 Evaluación de la deposición

Para medir la deposición del pulverizado se procedió a la extracción de 15 muestras por estrato en cada parcela. Cada muestra consistió en un folíolo extraído al azar. Los folíolos fueron lavados con agua destilada en bolsas de polietileno agitándolas durante 30 segundos, se utilizó un volumen de 25 ml para las hojas del estrato inferior y 40 ml para las del estrato superior.

Las hojas del estrato superior extraídas se encontraban entre 0 y 0,15 m aproximadamente por debajo de la altura del follaje, y las hojas extraídas del estrato inferior se encontraban entre 0,3 y 0,45 m aproximadamente por debajo de la altura del follaje

La determinación de la concentración del trazador fue realizada mediante la utilización de un espectrofluorómetro Shimadzu RF-150.1X, la longitud de onda de excitación fue 330nm y la de emisión fue 430 nm. Debido a la concentración elevada de las muestras fue utilizada la escala de baja resolución.

Se contó con una regresión determinada previamente entre la intensidad de fluorescencia en baja resolución y la concentración de la muestra. Una vez obtenida la concentración a través de la regresión, con el volumen de la muestra se calcula la cantidad de trazador extraído por hoja.

Para expresar esta deposición por cm^2 de hoja se debió estimar el área de las respectivas hojas muestreadas. Para ello se procedió a extraer una muestra de 40 hojas (20 de cada estrato). Las mismas fueron escaneadas con una resolución de 100 pixeles por pulgada en escala de grises, las imágenes así obtenidas fueron luego binarizadas mediante el programa Image Tool (versión 3.00). Con el mismo programa se determinó el área foliar de cada muestra. A su vez se realizó la medición manual de largo y ancho de cada hoja. Se obtuvo así una regresión entre el área y el producto de largo por ancho. Esta regresión fue utilizada para estimar el área foliar en las 360 muestras lavadas.

A continuación se presentan las regresiones utilizadas, figuras 7; 8; 9, y cuadro 4

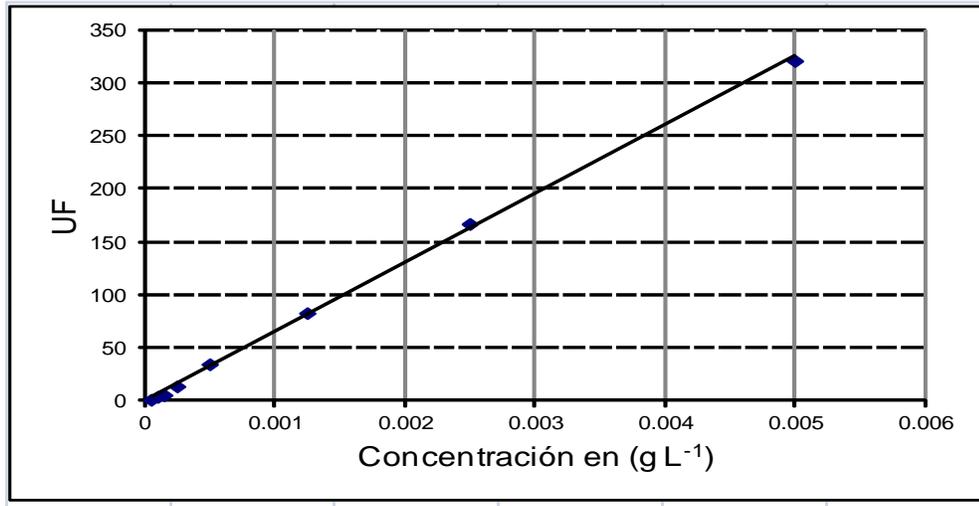


Figura No. 7: Regresión entre intensidad de fluorescencia (UF) en baja resolución y concentración de la muestra.

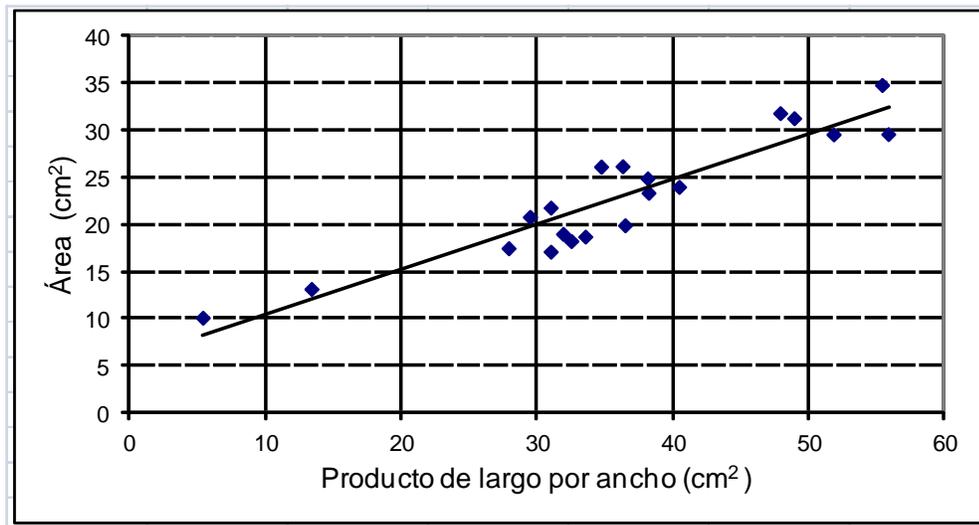


Figura No. 8: Regresión entre el área de la hoja y el producto de largo por ancho para el estrato superior.

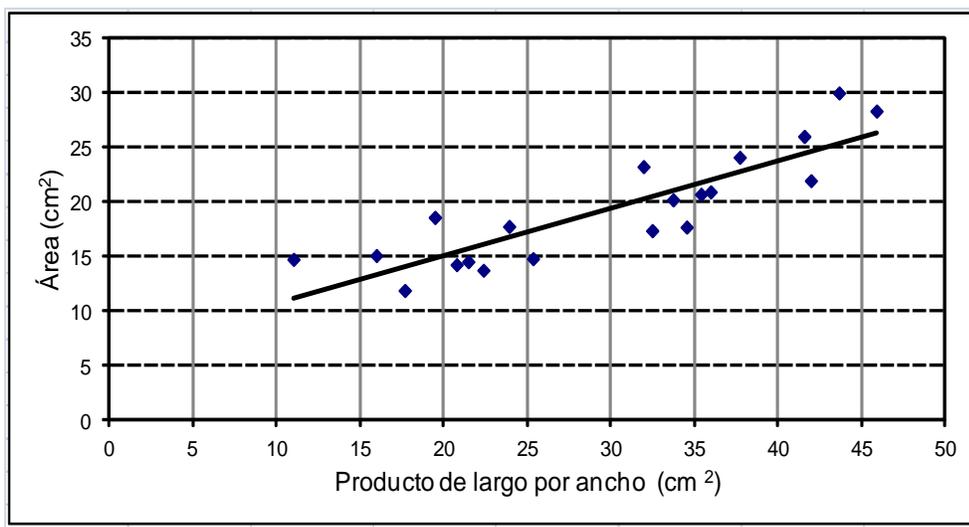


Figura No. 9: Regresión entre el área de la hoja y el producto de largo por ancho para el estrato inferior.

Cuadro No. 4: Regresiones utilizadas.

Descripción	Ecuación de regresión	Variables del modelo	Coefficiente de correlación
Regresión entre intensidad de fluorescencia en baja resolución y concentración de la muestra:	$y = 65028x - 0,1346$	x= concentración de la muestra en g L ⁻¹ y= intensidad de fluorescencia en baja resolución	$R^2 = 0,9992$
Regresión entre área de hoja y producto de largo por ancho para estrato superior	$\text{Área} = 0,478x + 5,6451$	x= producto entre largo y ancho en cm y= área de la hoja en cm ²	$R^2 = 0,8607$
Regresión entre área de hoja y producto de largo por ancho para estrato inferior	$\text{Área} = 0,4324x + 6,362$	x= producto entre largo y ancho en cm y= área de la hoja en cm ²	$R^2 = 0,7517$

3.4.2 Caracterización de la distribución de gotas

Para contabilizar el número de impactos por centímetro cuadrado y caracterizar la distribución de gotas se llevó a cabo un ensayo paralelo en parcelas adyacentes, donde se realizó una aplicación con los mismos tratamientos en lo que a boquillas se refiere, pero sin insecticida y con trazador fluorescente Blankophor a razón del 1 %.

Se extrajeron 40 hojas por estrato y por tratamiento a las que se les contabilizó el número de impactos en 5 muestras de 1 cm² cada una, tanto en el haz como en el envés. Estas muestras se promedian de modo de obtener un valor promedio de impactos para el haz y otro para el envés. El conteo fue realizado con lupa en una habitación bajo la iluminación de luz negra.

3.4.3 Evolución de la población de lagartas

Previo al día de aplicación se realizaron monitoreos generales en el cultivo sin tener en cuenta parcelas, el objetivo de los mismos fue hacer un seguimiento de la población de lagartas para saber cuando se aproximaba el umbral de aplicación. El umbral planteado para utilizar fue de 30 lagartas chicas por metro lineal pero sin embargo no fue alcanzado, y se aplicó con 16 lagartas chicas aproximadamente.

Para evaluar la evolución de la población de lagartas después de la aplicación se efectuaron 4 monitoreos, 1 el día cero (el día de la aplicación) y 3 posteriores a los 3; 7; y 10 días post aplicación, en las siguientes fechas respectivamente: 5/3/10; 9/3/10 y 12/3/10. En los registros de campo se anotó el estadio y especie de las lagartas, posteriormente se clasificaron los datos en lagartas chicas (estadio 1 hasta 3 inclusive) y en grandes (estadios 4 en adelante) a fin de analizarlos.

Para esta tesis se utilizó el método de paño vertical de 1 metro propuesto por Drees y Rice (1985). Se realizaron 5 repeticiones de muestro por parcela en cada monitoreo.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de la evolución de lagartas se utilizó el procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS (versión 9.2) , se asumió una distribución Poisson de los datos experimentales y se utilizó la función de enlace logarítmico. Se adoptó como criterio para rechazar la hipótesis nula una probabilidad de 0,05 de cometer error tipo 1. Las medias fueron comparadas por el test de Tukey Kramer al 5% de probabilidad.

Para el análisis de deposición se utilizó un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución normal de los datos, se utilizó el programa Statgraphics Centurión XV v. II . Se adoptó como criterio para rechazar la hipótesis nula una probabilidad de 0,05 de cometer error tipo 1. Las medias fueron comparadas por el test de Tukey Kramer al 0,5% de probabilidad.

Para el análisis de densidad de impactos se utilizó el procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS (versión 9.2). Se ajustó un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución binomial negativa y se utilizó la función de enlace logarítmica. Fueron realizados 3 análisis con las características mencionadas, uno para densidad de impactos en haz, otro en envés y otro para la suma de haz más envés. Se adoptó como criterio para rechazar la hipótesis nula una probabilidad de 0,05 de cometer error tipo 1. Las medias fueron comparadas por el test de Tukey Kramer al 5% de probabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVOLUCIÓN DE POBLACIÓN DE LAGARTAS

4.1.1 Lagartas totales

Cuadro No. 5: Análisis de varianza para lagartas totales.

Efecto	G.L.	valor F	Probabilidad F
tratamiento	4	1,56	0,2309
día	3	41,42	<,0001
día * tratamiento	12	0,66	0,7740
C V	91,8 %		

Como no se observó diferencias significativas entre tratamientos individualmente se procedió a realizar contrastes entre el testigo sin tratar y los demás tratamientos para diferentes fechas (cuadro No. 6).

Cuadro No. 6: Contraste entre el testigo y el resto de los tratamientos para lagartas totales.

Contraste	G.L.	valor F	probabilidad F
Todos vs. testigo	1	5,33	0,0336
Todos vs. testigo día 0	1	0,23	0,6313
Todos vs. testigo día 3	1	12,36	0,0012
Todos vs. testigo día 7	1	1,84	0,1835
Todos vs. testigo día 10	1	0,60	0,4435

En cuanto a los contrastes se puede ver que para el contraste todos contra el testigo la probabilidad de F fue menor a 0,05, por lo tanto fue significativo, indicando que hubo diferencias entre aplicar o no aplicar en cuanto a la cantidad de lagartas totales.

Analizándolo más específicamente se puede ver en el día 0 (día de la aplicación) el contraste no fue significativo, obviamente no hay efecto de aplicación porque todavía no se había aplicado, pero esto significa que el testigo no tenía una cantidad de lagartas inicial diferente a las demás parcelas, o sea que no existió un efecto “cantidad inicial de lagartas” que distorsione los resultados de los contrastes todos contra testigo hechos con las demás mediciones post aplicación. En las mediciones post aplicación se observa que dicho contraste dejó de ser significativo a partir del día 7. Por lo tanto hubo diferencia estadísticamente significativa entre aplicar o no aplicar pero esa diferencia se mantuvo hasta el tercer día y posiblemente algunos días más entre el tercer y el séptimo día, pero a partir del séptimo día de diluyeron las diferencias.

Cuadro No. 7: Lagartas totales según día y tratamiento.

	TRAT	DIA 0	DIA 3	DIA 7	DIA 10	TODOS
AI11002	1	15.53 a	12.00 a	4.46 a	3.60 a	7.39 a
XR11002	2	17.93 a	14.46 a	5.13 a	3.80 a	8.43 a
AI + XR	3	17.33 a	11.93 a	5.06 a	3.53 a	7.80 a
TTJ6011002	4	17.93 a	11.66 a	6.80 a	4.31 a	8.86 a
TESTIGO	5	18.53 a	21.66 a	7.53 a	4.87 a	11.01 a
Promedio	-	17.42 A	13.93 A	5.69 B	4.00 B	-----

Medias de tratamientos seguidas por la misma letra minúscula no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer. Medias por día seguidas con letras mayúsculas no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer

En el cuadro 7 se muestra el número de lagartas por metro lineal, se puede ver que no hubo diferencias significativas entre tratamientos para cada momento del monitoreo, incluso el testigo fue similar comparando individualmente, solo comparando mediante un contraste todos contra el testigo se encontró diferencias como fue visto anteriormente.

El efecto día fue significativo siendo menor el número de lagartas en los dos últimos monitoreos respecto a los dos primeros. La ausencia de diferencias

significativas entre tratamientos en el resultado biológico, población de plagas, se corresponde con los resultados obtenidos por Olivet y Zerbino (2003, 2007). Otros trabajos en los cuales tampoco hubo diferencias en el resultado biológico fueron los de Cunha et al. (2006), Hanna et al. (2006) con la salvedad que estos autores trabajaron sobre enfermedades en vez de insectos.

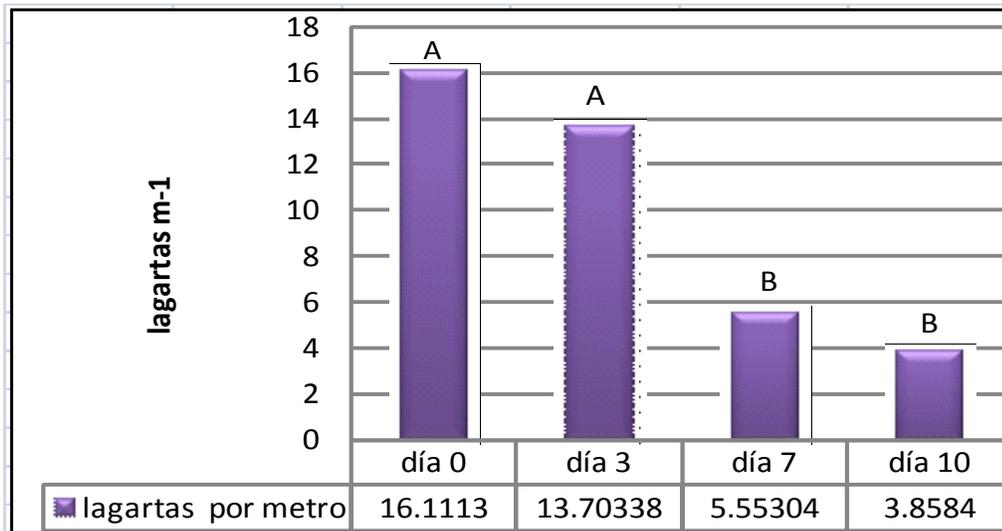
Cabe destacar que las condiciones ambientales a lo largo del ciclo del cultivo se caracterizaron por precipitaciones muy superiores a las normales, ya que en los meses de enero, febrero y marzo las precipitaciones acumuladas mensuales fueron 263, 689 y 194mm respectivamente, mientras que el promedio histórico de Paysandú para los mismos meses durante el período 1961-1990 es de 100, 131 y 147 mm respectivamente (URUGUAY. MDN. DNM, s.f.). En los monitoreos frecuentemente se observaban lagartas muertas por hongos entomopatógenos, esto es un indicio de que las condiciones climáticas permitieron un buen control natural por parte de hongos explicando por lo menos en parte este resultado.

4.1.2 Lagartas chicas

Realizando el mismo análisis solo para lagartas chicas (estadios 1 hasta 3 inclusive) el resultado fue similar, no hubo efecto tratamiento ni interacción tratamiento-día, sí existió efecto día (cuadro No. 8), siendo el número de lagartas significativamente menor en los días 7 y 10 respecto a los días 0 y 3 (figura No. 10)

Cuadro No. 8: Análisis de varianza para lagartas chicas.

Efecto	G.L.	valor F	Probabilidad F
tratamiento	4	1,47	0,2522
día	3	42,72	<,0001
día * tratamiento	12	0,57	0,8492
C V	88,7 %		



Medias de los días seguidas por la misma letra no difieren según el entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer

Figura No. 10: Lagartas chicas según día de monitoreo.

4.1.3 Lagartas grandes

Las lagartas grandes se encontraron casi exclusivamente en el primer monitoreo (día de la aplicación) y se encontraron muy pocas posteriormente, por eso el modelo estadístico para lagartas grandes se aplicó solo para el primer monitoreo. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el día cero.

4.2 EVALUACIÓN DE LA DEPOSICIÓN DEL PULVERIZADO

Cuadro No. 9: Análisis de varianza de la deposición del trazador sobre el follaje.

Efectos	G.L.	valor F	probabilidad F
Bloque	2	11.71	0,0000
Tratamiento	3	5.5	0,0011
estrato	1	97.43	0,0000
tratamiento*estrato	3	6.41	0,0003
C V	76,26%		

En el análisis de varianza se puede ver mediante la probabilidad F que el efecto de los 3 factores fue significativo, tanto tratamiento como posición y bloque.

La interacción tratamiento-posición fue significativa, lo que significa que el uso de los diferentes tratamientos afectó de forma diferencial la deposición en los diferentes estratos. O sea la posición no afecta de forma igual a todos los tratamientos denotando que existe algún tratamiento más exitoso en una posición que los otros. Esta interacción es de suma importancia ya que si no existiera significa que no importa el tratamiento que apliquemos desde el punto de vista de la penetración, solo importaría desde el punto de vista de la deposición total. En base a estos resultados se sigue adelante con el análisis estadístico para analizar que tratamiento fue más exitoso en la penetración del follaje que como fue dicho al principio es uno de los desafíos más grandes en soja de avanzado estado de desarrollo.

Cuadro No. 10: Deposición del trazador ($\mu\text{g cm}^{-2}$) sobre el follaje.

Trat	Trat No.	$\mu\text{g cm}^{-2}$	Trat	Estrato	$\mu\text{g cm}^{-2}$
TTJ6011002	4	1.132 b	4	I	0.406 a
XR11002	2	1.189 b	2	I	0.606 ab
AI + XR	3	1.338 ab	3	I	1.016 bc
AI11002	1	1.592 a	1	I	1.401 cd
			3	S	1.660 d
	Estrato	$\mu\text{g cm}^{-2}$	2	S	1.773 d
	I	0.857 a	1	S	1.782 d
	S	1.768 b	4	S	1.859 d

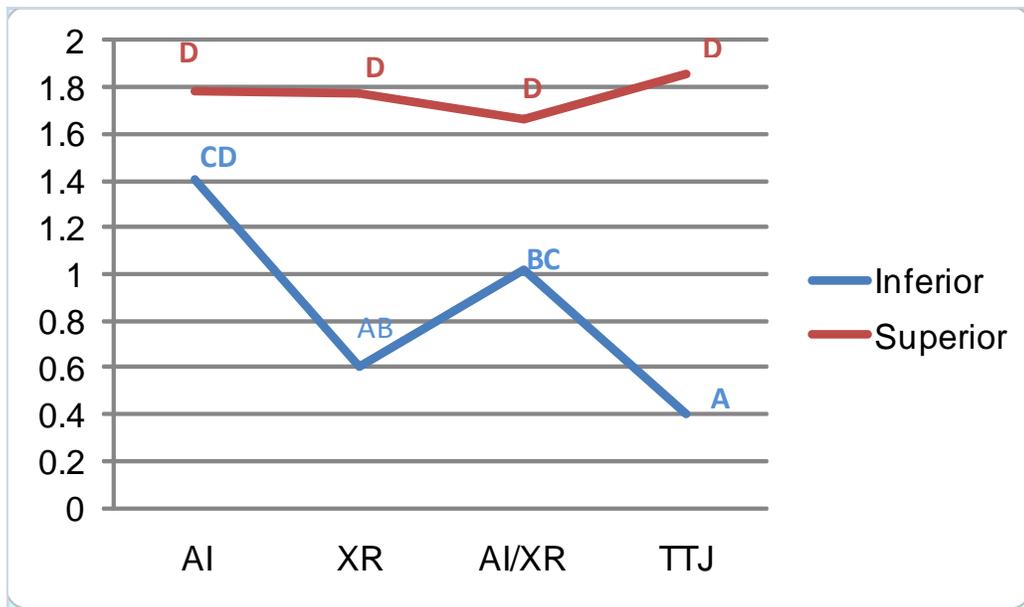
Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer

En el cuadro No. 10 se muestra la deposición en $\mu\text{g cm}^{-2}$ para cada tratamiento, para cada estrato, y los términos de la correspondiente interacción.

El tratamiento que logró mayor deposición fue la boquilla AI superando en alrededor de 40% al tratamiento de menor deposición que fue la boquilla TTJ, probablemente debido a menor deriva y menor evaporación de gotas por su tamaño. La boquilla XR no tuvo diferencias estadísticamente significativas con la TTJ, siendo ambos los tratamientos de menor deposición. El tratamiento AI+XR logró una deposición intermedia al tratamiento AI y al XR, sin ser estadísticamente diferente del inferior ni del superior. Esto da la pauta que el efecto de las boquillas fue aditivo en cuanto a la deposición promedio. Estos resultados concuerdan en parte con los de Ozkan et al. (2006) quien encontró menor deposición general con gotas finas.

Como era de esperarse la deposición en el estrato superior fue mayor que en el inferior. La deposición en el estrato superior fue más del doble de la obtenida en el estrato inferior, coincidiendo con los resultados de Olivet y Zerbino (2007) pero no coincide tan exactamente con los resultados de Antuniassi et al. (2004) que obtuvieron hasta 10 veces más en el estrato superior.

Analizando los términos de la interacción tratamiento-estrato (cuadro 10 y figura11) se observa que en el estrato superior no hubo diferencias significativas. En cuanto al estrato inferior, el tratamiento que mejor se comportó fue la boquilla de aire inducido logrando casi 3 veces y media más deposición (345%) que el tratamiento de menor deposición (TTJ). Sin embargo aquí la boquilla de AI no difirió estadísticamente de la combinación AI/XR. No es difícil lograr buena deposición en el estrato superior, lo que no sucede estrato inferior.



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No. 11: Deposición sobre el follaje: interacción tratamiento-estrato

En la figura No. 11 se aprecia más claramente la presencia de interacción entre los factores tratamiento y posición. En el estrato inferior los mejores tratamientos (los que lograron mayor deposición) fueron los de boquillas AI y la mezcla AI XR. Estos resultados difieren de los encontrados por varios autores donde las gotas finas lograron mayor penetración y deposición en el estrato inferior, entre ellos están: Olea et al. (2005), Cunha et al. (2006), Leiva (2006), Boschini et al. (2008), Cunha et al. (2011). A su vez estos resultados coinciden con Villalba (2007) que encontró mayor deposición en el estrato inferior con gotas gruesas y no distan demasiado de los resultados de Olivet et al. (2010) quienes encontraron una tendencia a mayor penetración (medida en deposición) mediante el uso de la combinación AI/XR.

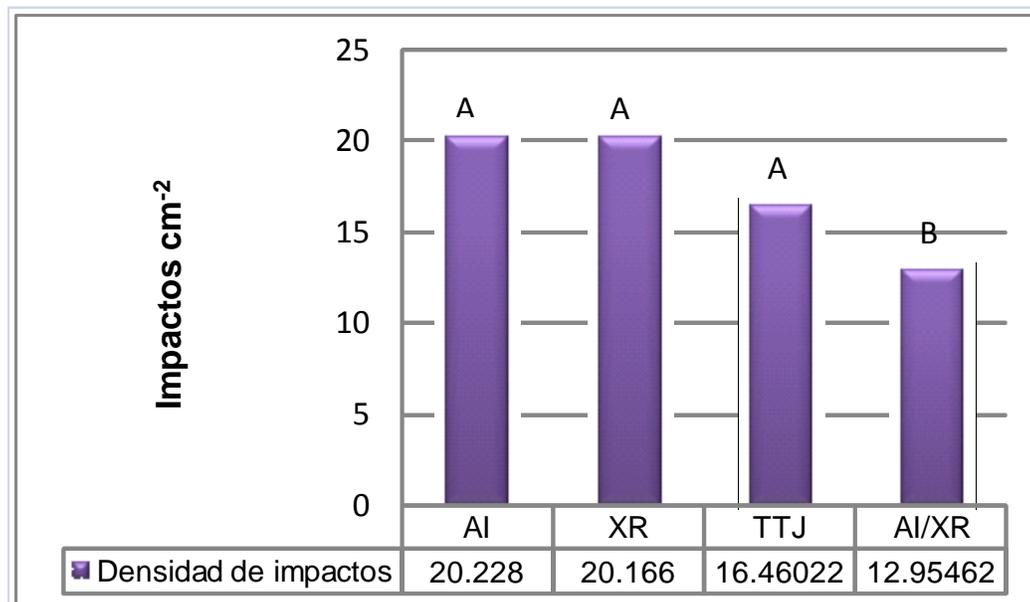
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE GOTAS

4.3.1 Densidad de impactos en el haz de la hoja

Cuadro No. 11: Análisis de varianza de la densidad de impactos en el haz.

Efecto	G.L.	valor F	Probabilidad F
tratamiento	3	11,56	<,0001
estrato	1	0,31	0,5781
tratamiento*estrato	3	54,47	<,0001
CV	78,8 %		

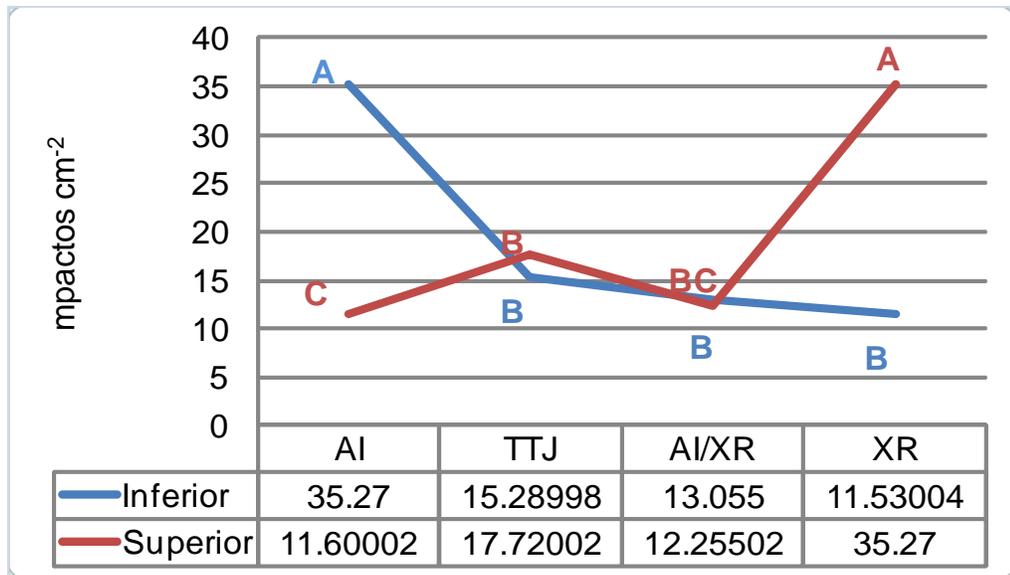
Posteriormente a verificar la significancia del efecto tratamiento y la interacción (cuadro No. 11) se procede a la comparación de medias por el test de Tukey (figura No. 12)



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No. 12: Densidad de impactos en haz según tratamiento.

El único tratamiento que se diferenció significativamente fue la combinación de boquillas AI y XR logrando un número de impactos menor a los de los demás tratamientos en el haz siendo el mismo de 13 impactos cm^{-2} . La significancia y forma de la interacción tratamiento estrato (figura No. 13) torna irrelevante el análisis del factor principal tratamiento en este caso.



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

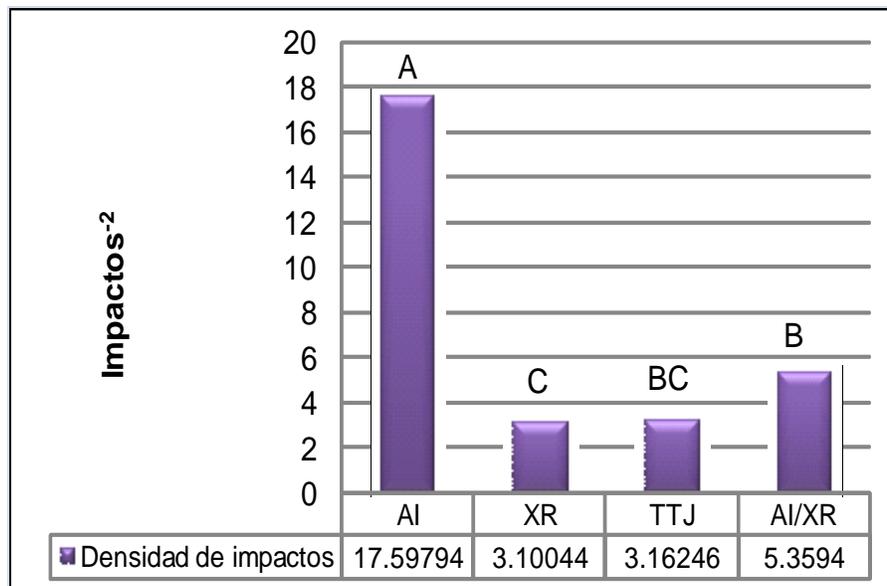
Figura No. 13: Densidad de impactos en el haz, interacción tratamiento estrato.

En la figura No. 13 se muestra la clara interacción existente entre tratamiento y estrato. La boquilla que logró mayor número de impactos en el estrato inferior fue la de aire inducido, mientras en el estrato superior fue la XR.

4.3.2 Densidad de impactos en el envés de la hoja

Cuadro No. 12: Análisis de varianza de la densidad de impactos en el envés.

Efecto	G.L.	valor F	Probabilidad F
tratamiento	3	32,16	<,0001
estrato	1	214,50	<,0001
tratamiento*estrato	3	34,68	<,0001
C V	168%		

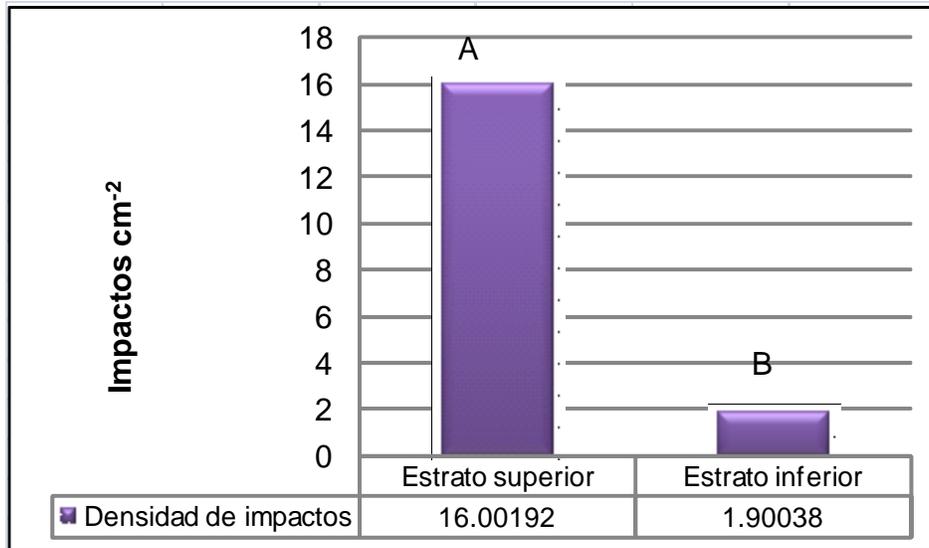


Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No. 14: Densidad de impactos en envés según tratamiento.

A través del análisis de varianza y la comparación de medias (cuadro No. 12 y figura No. 14) se puede ver que el tratamiento que logró mayor número de impactos en el envés independientemente del estrato fue el de boquillas de aire

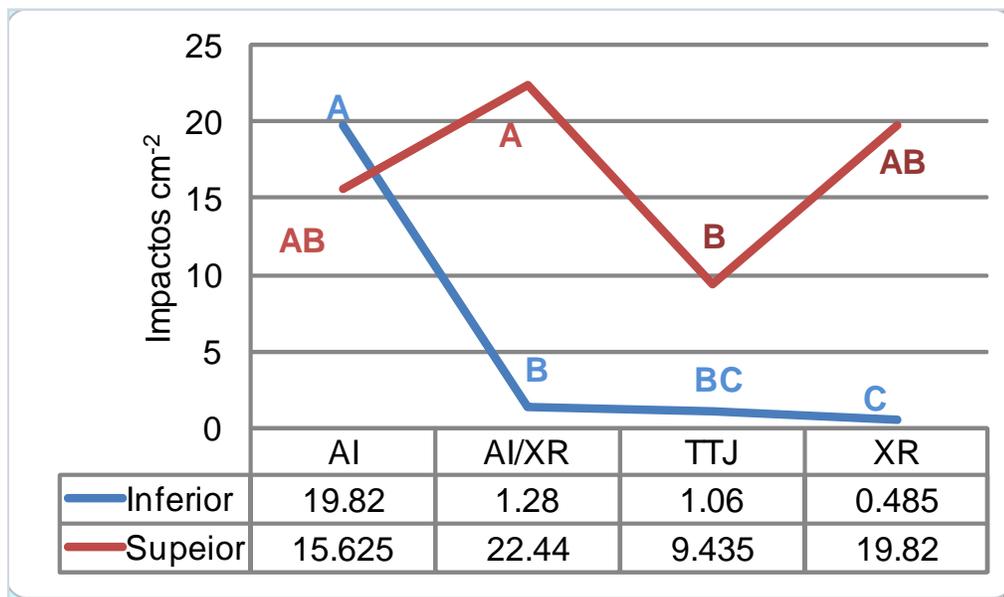
inducido. El tratamiento que lo siguió fue combinación de boquilla AI y XR logrando un número de impactos significativamente mayor al del tratamiento con boquillas XR. Las boquillas TTJ se comportaron muy similares a las XR y tampoco se diferenciaron estadísticamente del tratamiento combinación AI/XR.



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No.15: Densidad de impactos en envés según estrato.

La figura No.15 muestra la comparación de medias del efecto estrato, y el resultado fue el esperado, el estrato superior fue el que llevó mayor número de impactos. El estrato superior obtuvo alrededor ocho veces y media más impactos que el inferior.



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No. 16: Densidad de impactos en el envés, interacción tratamiento estrato.

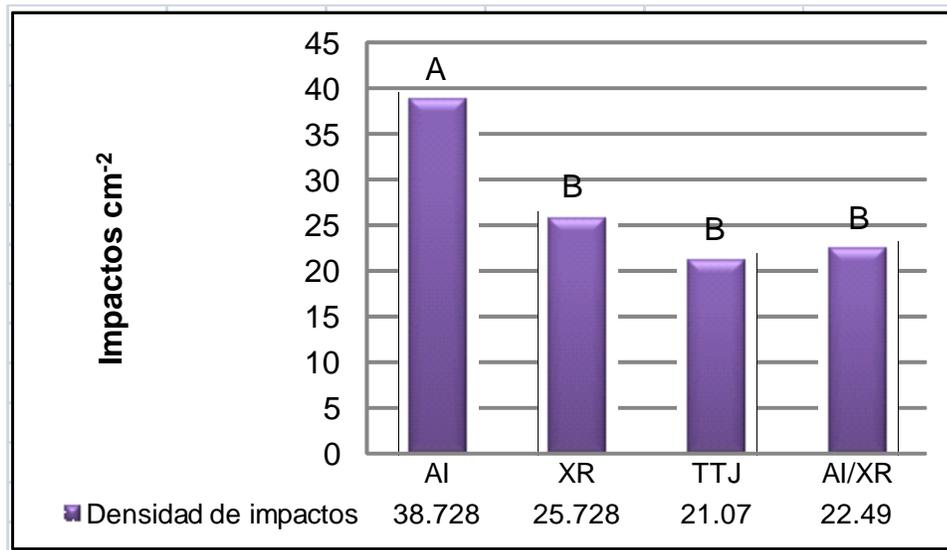
Para el estrato superior, AI/XR fue el tratamiento que logró mayor número de impactos y la boquilla TTJ la que obtuvo menor número de impactos, las boquillas AI y XR por separado lograron un resultado intermedio sin diferenciarse significativamente del tratamiento AI/XR ni de TTJ. Para el estrato inferior el resultado es más contundente mostrando una clara ventaja de las boquillas AI.

4.3.3 Densidad de impactos en haz mas envés de la hoja

Analizando el número de impactos de haz y envés conjuntamente fue significativo el efecto de tratamiento, estrato y la interacción entre ambos (cuadro 13).

Cuadro No. 13: Análisis de varianza de la suma de impactos cm^{-2} en el haz mas envés.

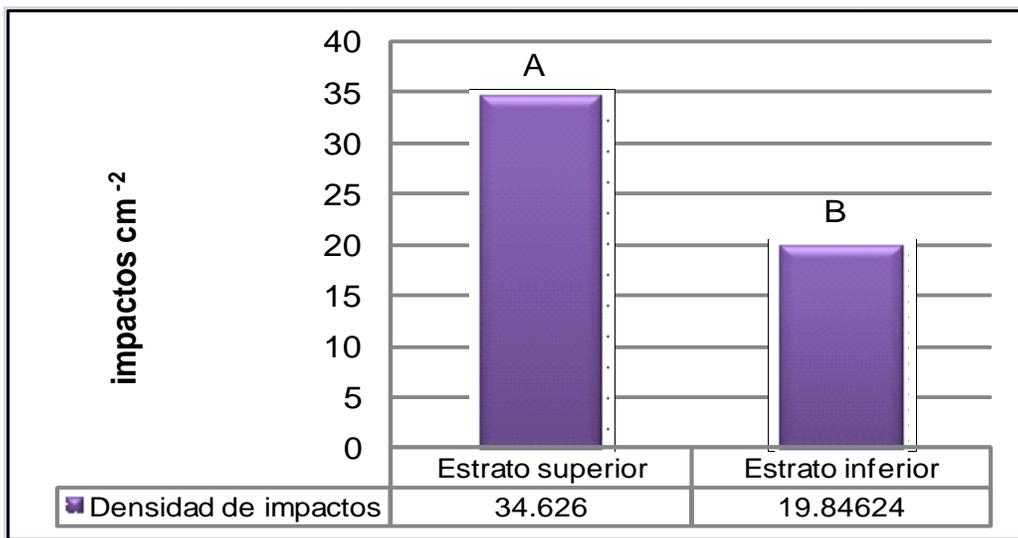
Efecto	G.L.	valor F	Probabilidad F
tratamiento	3	24,54	<,0001
estrato	1	101,13	<,0001
tratamiento*estrato	3	72,41	<,0001
C V	144%		



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No. 17: Densidad de impactos en haz mas envés según tratamiento.

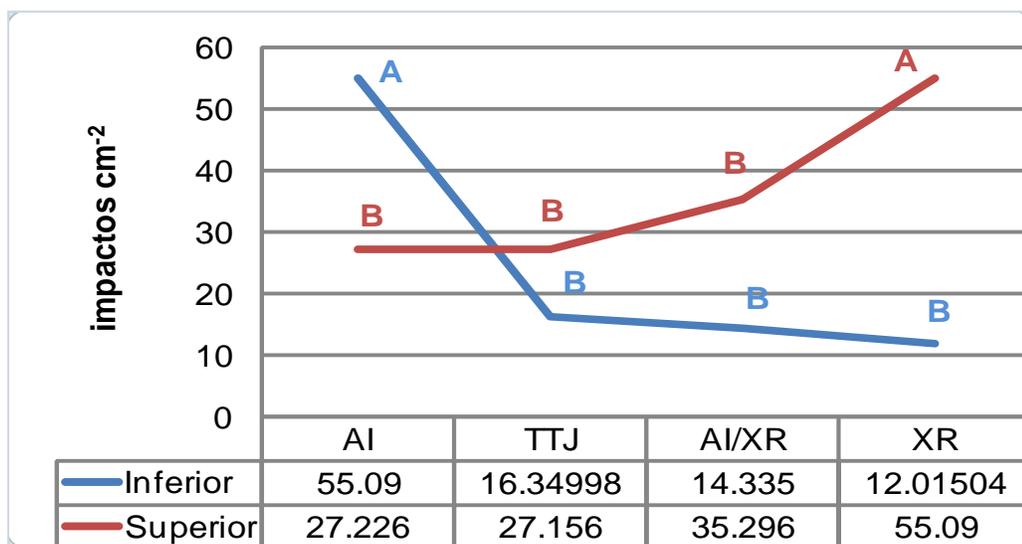
La boquilla que logró mayor densidad de impactos (haz mas envés) fue la AI, asociado a la mayor cantidad de impactos en el estrato inferior, como se podrá ver más adelante en los términos de la interacción (figura No. 19). Los otros tres tratamientos fueron inferiores sin diferencias significativas entre ellos.



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No.18: Densidad de impactos en haz mas envés según estrato.

En cuanto a los estratos, independientemente del tratamiento utilizado, el superior recibió aproximadamente 1,74 veces más impactos que el inferior, diferencia mucho menor que cuando se analizó solamente el envés de las hojas.



Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí al 5% según el test de Tukey Kramer.

Figura No. 19: Densidad de impactos en haz mas envés, interacción tratamiento-estrato.

En el estrato inferior la boquilla de aire inducido fue la que produjo mayor densidad de impactos, probablemente esto se corresponda con lo mencionado por Miles y Hartman (2005) donde las gotas gruesas penetrarían más por su mayor energía cinética. En el estrato superior la boquilla que logró mayor densidad de impactos fue la XR con valores similares a los obtenidos por la AI en estrato inferior.

Estos resultados coinciden con los resultados de Wolf y Daggupati (2006) y los de Klein y Golus (2010) quienes encontraron que las gotas medias y gruesas penetraron más en cuanto a densidad de impactos. A su vez difiere de lo encontrado por Antuniassi et al. (2004), Massaro (2004), Gálvez et al. (2005), Herrera et al. (2005) Hanna et al. (2006), Cunha y Peres (2010) quienes encontraron mayor densidad de impactos en el estrato inferior con gotas finas.

Como se pudo ver, los coeficientes de variación de todas las variables estudiadas fueron relativamente elevados, basándose en antecedentes bibliográficos como Villalba et al. (2010), este resultado era esperable debido a las variaciones propias de las aplicaciones en cultivos extensivos. Estos autores demostraron que el número de muestras en estos casos debe ser

particularmente elevado (alrededor de 80 muestras) para subsanar este inconveniente y minimizar el error aleatorio. Visto la variabilidad observada, probablemente un número de muestras aún mayor al utilizado en este experimento hubiera sido deseable. Es importante tener en cuenta que la alta variabilidad elevan las diferencias mínimas significativas entre tratamientos.

5. CONCLUSIONES

La boquilla de abanico plano aire inducido produciendo gotas muy gruesas fue el tratamiento que logró mayor deposición y mayor densidad de Impactos, principalmente en el estrato inferior del cultivo.

La boquilla de abanico plano rango extendido produciendo gotas finas fue el tratamiento que logró mayor densidad de impactos en el estrato superior.

La combinación de las boquillas mencionadas anteriormente tendió a comportarse de forma intermedia a las mismas.

El control de lagartas de los cuatro tratamientos fue similar superando al testigo sin tratar en la primera evaluación pos-tratamiento. Luego de 7 días de aplicación la población de lagartas fue similar entre el testigo y los tratamientos.

A la luz de estos resultados se podría señalar la ventaja de usar gotas gruesas y boquillas de aire inducido para control de lagartas en soja ya que lograron mejor desempeño en cuanto a deposición y número de impactos sin descuidar el control de lagartas en comparación con los demás tratamientos.

6. RESUMEN

Una de las principales dificultades de las aplicaciones de fitosanitarios en cultivos de soja en avanzado estado de desarrollo es lograr una buena penetración del pulverizado, ya que los estratos más altos del cultivo interceptan la mayor parte dificultando el buen resultado de la aplicación. En base a esto, este trabajo tuvo como objetivo la evaluación del efecto del tamaño de gotas obtenido con diferentes boquillas y combinaciones de las mismas en la distribución del pulverizado y el control de lagartas defoliadoras en el cultivo de soja. Se plantearon 4 tratamientos: boquillas AI 11002, Boquillas XR11002, boquillas TTJ11002 , combinación de boquillas AI y XR 11002 y un testigo sin tratar. Todos los tratamientos fueron a 120 l ha^{-1} a 6 km h^{-1} en parcelas de 10 por 30 m sobre un cultivo de soja (*Glycine max*) de 0,7 m de altura en estado R4 sembrada a 0,5 m entre hileras con una población de 313000 plantas ha^{-1} . El ensayo se encontraba en el departamento de Paysandú estación experimental Mario A. Cassinoni de Facultad de Agronomía. Se midió la deposición en el follaje en estrato superior e inferior, la densidad de impactos en estrato superior e inferior, en haz y en envés, y la evolución de la población de lagartas defoliadoras (principalmente *Anticarsia gemmatilis* Hubner y *Rachiplusia Rachiplusia nu* Gueneé) a lo largo de 10 días posteriores a la aplicación. Para la deposición se utilizó el trazador fluorescente BLANKOPHOR® a razón del 1 % y un espectrofluorómetro utilizando una longitud de onda de excitación de 330nm y de emisión de 430 nm. La boquilla de aire inducido produciendo gotas muy gruesas logró mayor deposición y mayor densidad de Impactos asociados principalmente al estrato inferior del cultivo. En el estrato superior la boquilla XR fue la que logró mayor densidad de impactos, el control de lagartas de los cuatro tratamientos fue similar diferenciándose solamente del testigo y no en todos los días del monitoreo.

Palabras clave: Tecnología de pulverización; Soja; Boquillas; Tamaño de gota; Deposición; Densidad de impactos; Penetración del pulverizado; Lagartas defoliadoras.

7. SUMMARY

One of the main difficulties of applications of pesticides in soybean at an advanced stage of development is to achieve good spray penetration, since the highest levels of culture intersect most hindering the success of the application. On this basis, this study aimed to evaluate the effect of droplet size obtained with different nozzles and combinations thereof in the spray distribution and control of defoliating caterpillars in soybeans. 4 treatments were raised: AI 11002 nozzles, XR11002 nozzles, TTJ11002 nozzles, nozzle combination AI and XR 11002 and an untreated control. All treatments were at 120 l ha⁻¹ at 6 km h⁻¹ in plots of 10 per 30 m on a soybean (*Glycine max*) by 0.7 meters high in state R4 planted at 0.5 m between rows with a population of 313,000 plants ha⁻¹. The trial was in the province of Paysandu in the Mario A. Cassinoni Experiment Station Faculty of Agronomy. Deposition was measured in the canopy on top and bottom layer, the density of impacts on upper and lower layer in uperside and underside of a leaf, and the evolution of the population of defoliating caterpillars (primarily *Anticarsia gemmatalis* Hubner and *Rachiplusia Rachiplusia nu* Guenée) over 10 days after application. For the deposition we used the fluorescent tracer Blankophor ® at a rate of 1% and a spectrofluorometer using an excitation wavelength of 330nm and emission of 430 nm. The induced air nozzle to produce thick droplets deposition achieved greater and greater density associated primarily impacts the lower stratum of the crop. In the upper stratum the nozzle XR got the greatest density impacts, the control of caterpillars of the four treatments was similar differing only four witness and not all the days of monitoring.

Keywords: Spray technology; Soybean; Nozzles; Droplet size; Deposition; Density of impacts; Spray penetration; Defoliating caterpillars.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E.W.C. 2004. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos (3º., 2004, Botucatu- SP). Trabalhos apresentados. São Paulo, FEPAF. pp. 48-51.
2. BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G. 2004. Deposição de três pontas de pulverização em diferentes horários. In: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos (3º., 2004, Botucatu- SP). Anais. São Paulo, FEPAF. pp. 96-99.
3. BARCELLOS, L. C.; DE CARBALLO, Y.; DA SILVA, A. L.; 1998. Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja [Glycine Max (L.) Merrill]. Engenharia na Agricultura (Viçosa). 6 (2): 81-94.
4. BAUER, F. C.; RENATO, C. G. 2004. Distribuição volumétrica da calda produzida pelas pontas pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. Planta Daninha. 22 (2): 275-284.
5. BOLDT, P. E., BIEVER, K. D.; IGNOFFO, C. M. 1975. Lepidopteran pests of soybeans: consumption of soybean foliage and pods and development time. Journal of Economic Entomology. 68 (4): 480-482.
6. BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HAGEMANN, A.; TRES, I. 2004a. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda. In: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos (3º., 2004, Botucatu- SP). Anais. São Paulo, FEPAF. pp. 17-20.
7. _____.; _____.; TRES, I.; PANISSON, R. 2004b. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, em diferentes horários do dia. In: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos (3º., 2004, Botucatu- SP). Anais. São Paulo, FEPAF. pp. 21-23.

8. _____.; MACHRY, M. 2007. Efeito da pressão de trabalho e de modelos de pontas sobre a eficiência de herbicida de contato em soja. *Engenharia Agrícola (Jaboticabal)*. 27 (3): 722-727
9. BONINI, J. V.; GOSENHEIMMER, A.; MENEGHETTI, R.C. 2004. Efeito do horário e do volume de aplicação de fungicida na eficácia do controle de doenças foliares na cultura da soja. In: *Simposio Internacional de Iniciação Científica(12^o., 2004, USP)*. Resumos. São Paulo, Universidade de São Paulo. p.1.
10. BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO, E. K.; GUIMARAES, V. F. 2008. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. *Acta Sci Agron. Maringá*. 30 (2): 171-175.
11. CUNHA, J. P. A. R; TEXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. 2004. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. no. 1: 133-138.
12. _____.; FIALHO DOS REIS, E.; DE OLIVEIRA, R. 2006. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. (em línea). *Ciência Rural*. 36 (005): 1360-1366. Consultado may. 2010. Disponible en <http://www.redalyc.uaemex.mx>
13. _____.; PERES, T. C. M. 2010. Influencia de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*. 32 (4): 597-602.
14. _____.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J.; VILLALBA, J. 2011. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea y terrestre. *Engenharia Agrícola (Jaboticabal)*. 31 (2): 343-351.

15. CHIARAVALLE, W. 1998. *Rachiplusia nu* (Gueneé) In: Bentancourt, C. M.; Sacatoni, I.B. eds. Lepidópteros de importancia económica. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. 2ª.ed. Montevideo, Hemisferio Sur/Facultad de Agronomía. pp. 373- 379.
16. _____.; CASTIGLIONI, E. 2008. La intensificación agrícola y la carga de plaguicidas en el ambiente. In: Encuentro Uruguayo de Soja (1º., 2008, Montevideo). Resúmenes. s.n.t. p. irr.
17. DE SOUZA, R.T.; CASTRO, R.D.; PALLADINI, L.A. 2007. Depósitos de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações tardias na cultura do algodoeiro. Engenharia Agrícola. no. 27: 75-82.
18. DREES, B. M.; RICE, M. E.; 1985. The vertical beat sheet: anew device for sampling soybean. Insects Journal of Economic in to Mology. 78 (6): 1507-15010.
19. FEHR, W. R.; CAVINES, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENINGTON, J. S.; 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Science. 11: 929- 931.
20. GÁLVEZ, .M.R; VINCIGUERRA, H.F.; RODRÍGUEZ, W.; SABATÉ, S.; SOLDINI, E.A.; DEVANI, M.R.; OLEA, I.L.; PLOPER, D.L. 2005. Evaluación de la penetración del asperjado producido por diferentes boquillas en aplicaciones terrestres orientadas al control de la roya de la soja. (en línea). Tucuman, INTA. 9 p. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.eeaoc.org. arg/roya/Evaluacion-boquillas.roya.pdf>.
21. HANNA, H. M.; ROBERTSON, A.; CARLTON, W. M.; WOLF, R. E. 2006. Effects of nozzle type and carrier application on the control of leaf spot diseases of soybean. In: Anual international meeting (2006 Portland Oregon). Proceedings. St. Joseph, MI, ASABE. p. irr.
22. HERRERA, M. A.; PEREYRA, C. J.; POZZOLO, O. R.; RAMIREZ, M. 2005. Evaluación de la penetración de la pulverización en el cultivo de soja. In: Aplicar eficientemente los agroquímicos. Buenos Aires, INTA. pp. 17-23.

23. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; PANIZZI, A. R.; MOSCARDI, F.; CORRÉA-FERRREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; DE OLIVEIRA, E.B. 2000. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. (en línea). Londrina, EMBRAPA Soja. 67 p.(Circular Técnica no.30). Consultado ene. 2011. Disponible en <http://www.cnpso.embrapa.br/memoriatecnica/circtec/circtec30.pdf>
24. IGARZÁBAL, D. 2008. Manejo de plagas en situaciones de sequía. Horizonte A – Magazine de las Ciencias Agrarias. 22 (5): 6-8.
25. KLEIN, R.; GOLUS, J. 2010. Evaluation of soybean (*Glycine max*) canopy penetration with several nozzle types and pressures. In: International Advances in Pesticide Application (2010, Wellesbourne). Proceedings. Aspects of Applied Biology. 99: s.p.
26. LEIVA, P.D. 2005. Evaluación de técnicas de aplicación para control de enfermedades de fin de ciclo en cultivos de soja, experiencias aéreas y terrestres con el uso de coadyuvantes. s.l., Estación Experimental INTA Pergamino. s. p.
27. _____. 2006. Uso de fungicidas en soja, tecnologías para mejorar la calidad de aplicación. (en línea). Pergamino, INTA. 18 p. Consultado mayo. 2010. Disponible en http://www.sindag.org.br/Uploads/documentos/art_7.pdf
28. MARQUEZ, L. 1998. Técnicas y maquinaria para la aplicación de agroquímicos Unidad de Educación Permanente y Postgrados. Montevideo, Facultad de Agronomía. 214 p.
29. MASSARO, R. A 2004. Tecnología para la aplicación de fungicidas foliares en soja con equipos terrestres. Revista Para Mejorar la Producción. 27 (4-5): 112-119.
30. MAZIERO, H. 2006 Estudio de tecnologias de aplicação e inseticidas para o controle de percevejos fitófagos na cultura da soja. Tesis de maestría. Santa Maria, RS, Brasil. Universidade Federal de Santa María 34 p.

31. MILES, M.; HARTMAN, G. 2005. Fungicide application technology results from US trials. (en línea). s.l., USDA. Agricultural Research Service Department of Crop Sciences/University of Illinois. p. irr. Consultado jul. 2010. Disponible en http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium/presentations/miles_fungicide.pdf

32. OLEA, I. L.; PLOPER, D. L.; GÁLVEZ, R. M.; VINCIGUERRA, H. F.; SABATÉ, S.; BOGLIANI, M. 2005. Estudios sobre penetración de gotas en canopeos cerrados del cultivo de soja orientados al manejo de la roya asiática. Buenos Aires, INTA. pp. 137-152.

33. OLIVET, J. J.; ZERBINO, S. 2003. Tecnología de aplicación de insecticidas en soja. (en línea). In: Día de Campo Manejo de Cultivos y Pasturas en Siembra Directa (2003, La Estanzuela). Programa ampliado de cultivos de verano. La Estanzuela, INIA. p. 5. Consultado jun. 2008. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ad/2003/ad310.pdf>

34. _____; _____. 2007. Tecnologías de aplicación en el control de insectos en soja. (en línea). In: Jornada de Cultivos de Verano (2007, Dolores). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Actividades de Difusión no. 505). Consultado mar. 2011. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad505.pdf>

35. _____; VILLALBA, J.; BENTANCUR, O.; CASSANELLO, M. 2010. Alternativas para la mejora de la penetración de agroquímicos en el cultivo de soja. In: Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola (9º., 2010, Victoria, ES). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.

36. OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; GULER, H.; KRAUSE, C. 2006. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. In: International Advances in Pesticide Applications (2006, Robinson College, Cambridge, UK). Proceedings. Aspects of Applied Biology. 77: 423-431

37. RIBEIRO, A.; CASTIGLIONI, E.; SILVA, H. 2008 Insectos de la soja en Uruguay. Manual ilustrado de reconocimiento de plagas y enemigos naturales naturales. Montevideo, Facultad de Agronomía/Hemisferio Sur. 82 p.
38. ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G. 2009. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. (en línea). Scientia Agraria (Curitiba). 10(3): 223-232. Consultado mar. 2011. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=99515223007>
39. SOSA GÓMEZ, D. R. 2000. Essa lagarta gosta de soja (en línea). Cultivar (Pelotas). 2(12): 40-42. Consultado jul. 2010. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ACERVO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=028332>
40. TEEJET. 2011. Boquillas. (en línea). s.l. s.p. Consultado ago. 2010. Disponible en <http://www.teejet.com/spanish/home/products/spray-products/broadcast-spray-nozzles.aspx>.
41. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. s.f. Normal climatológica 61-90 (en línea). Montevideo. s.p. Consultado may. 2011. Disponible en <http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>
42. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS AGROPECUARIAS. 2010. Anuario Estadístico. (en línea). Montevideo. p. 82 Consultado en may. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,27,O,S,0,MNU;E;2;16;10;6;MNU>
43. VILLALBA, J. T. 2007. Interferência de pontas e volumes de pulverização na distribuição em duas cultivares de soja. Tesis de doctorado. São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho". Campus de BOTUCATU. Faculdade de Ciências Agrônômicas. 72 p.

44. _____.; BENTANCUR, C.; OLIVET, J. J.; CASADEI, B. 2010. Incidencia del número de muestras en experimentos de campo de tecnología de aplicación. In: Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola (9º., 2010, Victoria, ES). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
45. WALKER, J. T.; HUITINK, G. 1993. Penetration of Til tinto a rice canopy. Transactions of the ASAE. 36 (2): 327-332.
46. WITT, J. S.; BOLLER, W.; MALDANER, H.; CECCON, R.; ARTUZI, C. M. 2010. Mecanismo de cortina de correntes para pulverizador de barras aumenta o controle da ferrugem da soja?. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (38ª., 2010, Passo Fundo, RS). Resumos. Cruz Alta, FUNDACEP. p.191.
47. WOLF, R. E.; DAGGUPATI, N. P. 2006. Nozzle type effect on soybean canopy penetration. In: ASABE Annual International Meeting (2006, Portland). Proceedings. St. Joseph, MI, ASABE. p. irr.
48. ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, H. E; GULER, H.; BRAZEE, R. D.; REDING, M. E.; KRAUSE, C. R. 2006. Development of a canopy opener to increase spray deposition and coverage inside soybean canopies. In: ASABE Annual International Meeting (2006, Portland, Oregon). Proceedings. St Joseph, MI, ASABE. p. irr.

9. ANEXOS

OTRAS BOQUILLAS MENCIONADAS EN LA TESIS

Boquilla	Descripción	Fabricante
Turbo Teejet TT 11002	Proyecta un abanico plano de pulverización con un ángulo de 110 grados, sus presiones de trabajo son desde 1 a 6 bar. Fue diseñada con el objetivo de reducir la deriva a través de gotas más grandes, aunque produce gotas de distintos tamaños dependiendo la de la presión de trabajo.	Teejet
TX	Realiza un asperjado con forma de cono hueco, produce gotas finas brindando una buena cobertura. Las presiones de trabajo son desde 5.0 a 20 bar máximo.	Teejet
Twin jet TJ-60	Produce gotas finas realizando buena cobertura, hay disponible distintos ángulos de pulverización (65, 80 y 110 grados). Las presiones nominales recomendadas son de 2 a 4 bar.	Teejet
Drift guard DG	Abanico plano, posee pre orificio calibrado que produce gotas mas grandes y reduce el número de gotas pequeñas con tendencia a la deriva. Disponible en 80 y 110°.	Teejet
Drift guard twin jet DGTJ	Abanico plano doble de 110 grados con bordes decreciente que pulveriza 60 grados hacia adelante y hacia atrás. Tiene mejor control de deriva a través de gotas más grandes que la boquilla de Doble abanico plano estándar. Las presiones de trabajo recomendadas son de 2 a 4 bar.	Teejet

Boquilla	Descripción	Fabricante
Turbo-drop antideriva	Cono hueco con inyección de aire, las gotas formadas son burbujas de agua con aire produciendo gotas de mayor tamaño que las de una boquilla convencional. Sus presiones recomendadas son de 2 hasta 20 bar.	Albuz
JA-1 y JA-2	Forma un cono hueco, con ángulo de 80° a 10,3 bar. Material de fabricación cerámica. Produce gotas finas, puede trabajar desde 4,1 hasta 20,7 bar. 1 y 2 se refieren a los caudales, en una escala que va desde el 1 al 5	Jacto
ATR	Forma un cono hueco de 80° a 5 bar produce gotas finas, permiten trabajar con alta presión conservando la precisión sin deformarse. Presión recomendada 10 bar	Albuz
API	Abanico plano con ángulos de 80 o 110°, presión recomendada 2 bar, altura de aplicación recomendada: 0,5 – 0,6 m para 110° y 0,8 – 0,9 m para 80°	Albuz
TP	Abanico plano estandar, rango de presión de trabajo 2 a 4 bar. Producen gotas pequeñas a medias. Los bordes de la aspersion, especialmente ahusados, proporcionan una cobertura de aspersion uniforme usando varias boquillas con solape de la pulverización.	Teejet
BJ	Abanico plano estándar, 110° a 3,1 bar produce gotas gruesas. Material de fabricación plástico rango de presión de trabajo 2,1 a 5,2 bar.	Jacto